Las musas de Darwin

JOSÉ SARUKHÁN

José Sarukhán ofrece en esta obra una descripción de los personajes e ideas que influyeron en la creación de los postulados descritos en Sobre el origen de las especies, a través de un relato novelado de episodios clave en la vida de Darwin y de algunos de sus contemporáneos, como Lamarck, Charles Lyell, Robert Malthus y John Gould. Asimismo, el autor explica concisamente algunos conceptos fundamentales de la teoría de la selección natural y su evolución a la vista de los conocimientos actuales.

epublibre

José Sarukhán

Las musas de Darwin

La ciencia para todos - 70

ePub r1.0
Un_Tal_Lucas 22.09.2019

EDICIÓN DIGITAL

José Sarukhán, 1988

Editor digital: Un_Tal_Lucas
ePub base r2.1
Edición digital: epublibre, 2019
Conversión a pdf: FS, 2019

Sumario

Prefacio a la quinta edición
Prefacio a la primera edición
Agradecimientos
Primera parte. Las musas
I. Antecedentes
El progreso de la ciencia
El escenario intelectual en la teología y en la biología predarwinianas
Precursores de ideas evolutivas coherentes: un conde y un caballero
II. La del olor a estiércol
El hombre, creador de especies
Una evolución bajo control
III. La de los «Principios»
Los ociosos sicilianos
El niño precoz de Kinnordy
Un hoyo con historia
Algunos argumentos contra Noé y su arca
Un reloj de conchas
Siempre ha llovido igual
La influencia de los «Principios»
La ciudad siempre ha estado aquí
El tiempo profundo
IV. La del labio leporino
Un clérigo detestable
Dos, cuatro, ocho… ¡infinito!
Un nacimiento ansiadamente esperado
Un reverendo de pelo largo
Prohibido casarse
Las leyes de los pobres o los pobres por ley

El control de la población empieza en casa
Después de una corta enfermedad…
V. La del misterio de los misterios
¿Buena suerte o destino?
El hombre que come con el capitán
«Las mil y una noches» de verdad
Los animales antediluvianos
Enfrentamiento con dogmas
Los correosos gauchos
El impacto de la geología andina
La región más cultivada del infierno
La mitad más corta

Segunda parte. La evolución de las ideas sobre la evolución

VI. El origen de «El origen»
El ojo de un experto
VII. Una ilimitada variación
Los granjeros y agricultores británicos
El perro, el amigo más variable del hombre
VIII. La historia de las rocas
El príncipe de los «Principios»
Un libro al que le faltan muchas páginas
Un planeta demasiado joven
Árboles a los que les faltan ramas
IX. Tres emes: Malthus, Mozart y matrimonio
Casarse o no casarse, ésa es la cuestión…
Lecturas de pasatiempo
«La sonata en la menor», K. 310
Un barco con muchos pasajeros
X. La solución al misterio de los misterios
La confesión de un asesinato
El veredicto final
XI. En el cruce de caminos
¿Mala fortuna o destino?
La apacible vida en Down
Uno de esos años irrelevantes
Las palomas son más interesantes
XII. Los acordes finales

Una cosecha de tempestades…
Esperanza de un destino superior
El último paseo por el sendero de arena
XIII. En síntesis
Los pilares de la selección natural
En consecuencia…
Sin embargo…
Lo que Darwin ignoraba
Resultados de la selección natural
El origen de las especies
Una nueva síntesis
«Quo vadis», Darwin?
«Quo vadimus», «Homo sapiens»?
Glosario
Sobre el autor
Créditos de las figuras
Índice analítico

Dedico este libro con el placer del agradecimiento a Efraín Hernández Xolocotzi, quien me introdujo a Darwin por medio de la evolución bajo domesticación.

A mis nietos Lena, Antón, Laia y Aní, con la esperanza de que vivan en épocas más iluminadas por la ciencia y menos oscurecidas por los dogmas.

Charles Darwin

Prefacio a la quinta edición

En pocas ocasiones coinciden dos sucesos de tal magnitud como la conmemoración del nacimiento de un pensador excepcional y la publicación de su obra cumbre. El mundo científico, especialmente el relacionado con la biología, ha participado en el año 2009 en actos de toda índole en numerosos países para conmemorar dos siglos del nacimiento de Charles Darwin (el 12 de febrero de 1809) y el sesquicentenario de la publicación de su libro *Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia* (el 24 de noviembre de 1859).

Hombre y libro han revolucionado de manera profunda la ciencia y el pensamiento humano. Ninguna obra científica en estos dos siglos (o para su caso antes) ha igualado la repercusión de la obra de Darwin en la ciencia, la política, la religión o la filosofía. Ni las ideas de Galileo o Copérnico ni las de Newton ni las del mismo Einstein.

Darwin detuvo largos años la publicación de su libro porque temía la reacción de la sociedad inglesa a su teoría de la evolución, debido a las implicaciones que ésta tiene al no requerir una participación divina en la presencia de la vida en la Tierra. También al hecho de que la generación de las especies obedece solamente a leyes naturales y, en particular, a la consecuencia de que el *Homo sapiens* es parte y resultado

de ese proceso de evolución orgánica, a pesar de que ningún pasaje de *El origen…* se refería a este asunto.

Que seamos una especie más entre los millones que existen, resultado del proceso de evolución, con ancestros comunes con los antropoides, y compartamos genes con ratas y hongos, no es algo que digieran fácilmente los amplios sectores de la sociedad que profesan creencias religiosas, especialmente si son fundamentalistas. La «indigestión» no es resultado de que la gente no entienda de qué se trata el proceso de evolución y de selección natural, ya que es una idea expuesta en forma asombrosamente sencilla e interesante por Darwin. No. Es más bien el resultado de un total rechazo a la ausencia de designio y de meta final en el proceso evolutivo lo que conflictúa los cimientos de las creencias propias de las religiones institucionalizadas.

Me parece que el punto toral de la dificultad de aceptar las ideas de Darwin no es tanto el conflicto de si existe o no una entidad sobrenatural, cosa que ni la evolución ni otras áreas de la ciencia pueden probar o refutar. La reticencia del propio Darwin a publicar sus ideas no obedecía sólo a un conflicto con la fe religiosa, como comúnmente se ha dicho. Pienso que sus dudas no tenían tanto que ver con la existencia o no de un Dios, sino con lo que él infería como un cuestionamiento inevitable a la estructura religiosa de la época victoriana en la que se había educado. Como Niles Eldredge, evolucionista estudioso de Darwin, menciona: «Darwin sabía que entre sus manos tenía el equivalente de la fórmula de una bomba atómica, con un efecto tan devastador sobre la sociedad británica», que no se atrevía a publicar sus ideas.

El fundamentalismo religioso de la actualidad no ha cejado en sus esfuerzos de disminuir el legado de Darwin. A finales del siglo XX y principios del presente, una nueva y

pretendidamente sutil forma de movimiento creacionista, denominado «diseño inteligente», arremetió contra el darwinismo, apoyado por cuantiosos recursos económicos de grupos retardatarios, principalmente en los Estados Unidos. Por fortuna, el sistema jurídico de ese país descalificó de manera rotunda ese intento de crear una seudociencia y formalmente la prohibió en la enseñanza de la ciencia en sus escuelas. Sin embargo, el monstruo oscurantista de ese dogmatismo, disfrazado de alguna nueva piel, volverá sin duda en el futuro.

Este año de celebraciones debe constituir un reconocimiento a la enormidad de la contribución de Darwin a nuestro entendimiento del mundo, de nuestro origen, de que el futuro individual de cada uno de nosotros y el comunitario de nuestra especie están en nuestras manos y no dependen de nadie más. También debe ser una reafirmación de que las sociedades deben progresar guiadas por la luz del conocimiento científico, libres de dogmatismos de toda índole.

El Fondo de Cultura Económica, la casa editorial que dentro de su muy exitosa colección La Ciencia desde México, iniciada en 1986 (y después rebautizada La Ciencia para Todos), publicó la primera edición de este libro en 1988, me invitó a realizar, como parte de su contribución a las celebraciones darwinianas, una nueva edición de esta obra, que no solamente contiene nuevos textos y ha sido revisada con esmero, sino que incluye muchas nuevas ilustraciones que complementan magníficamente el texto. De nueva cuenta, Antonio Bolívar me extendió sus alas de ángel de la guarda editorial y me auxilió en revisar el texto del libro. Agradezco al Fondo la oportunidad de poner a disposición de los lectores esta nueva edición.

Tlayacapan, Morelos,
junio de 2009

Prefacio a la primera edición

La concepción que la cultura occidental ha elaborado del mundo en que vivimos ha cambiado muchas veces. Ha sido sacudida violenta y profundamente por las revoluciones del conocimiento propuestas por seres humanos comunes y corrientes, que sólo difieren de sus congéneres en haber poseído la capacidad de «ver y entender lo que los demás habían mirado sin haber entendido».

Nicolás Copérnico (o Mikołaj Kopernik en su nativo polaco), con su propuesta a principios del siglo XVI de la organización de nuestro sistema planetario, y Charles Darwin, con su teoría evolucionista del origen de los organismos, incluido el hombre, a mediados del siglo XIX, son dos ejemplos claros de dichas sacudidas. Algunos historiadores de la ciencia se refieren a Sigmund Freud como un tercer revolucionario, ya que propuso el psicoanálisis, a fines del siglo XIX y principios del XX, como la ciencia que estudia la psique del hombre a partir de una serie de impulsos biológicos tan básicos como los instintos de los animales «no racionales». Cabe también añadir que otros historiadores y filósofos de la ciencia hablan de Albert Einstein como del último de los revolucionarios, gracias a que elaboró la teoría general de la relatividad.

Las revoluciones del pensamiento han sido siempre recibidas con una oposición de grandes dimensiones. Los casos de Copérnico y Darwin son bien conocidos,

especialmente por sus aspectos sociales, aunque es justo mencionar que en el segundo caso la reacción fue más moderada que la que sufrió Copérnico. Su obra más famosa, *De revolutionibus orbium coelestium*, escrita en 1543, no mucho después de que se reconoció que la Tierra era esférica, estuvo en el índice de los libros prohibidos por la Iglesia por casi tres siglos, a pesar de que su autor era un sacerdote católico. Giordano Bruno y Galileo Galilei tuvieron que enfrentar, cada uno a su manera, la oposición de una tradición intelectual que se resistía a aceptar las ideas heliocentristas de Copérnico. La resistencia a la teoría de la evolución mediante la selección natural de Darwin ha sido más duradera y no menos visceral. No existen en contra de ella objeciones que la descalifiquen en su esencia y que estén basadas en argumentos científicos; sin embargo, la oposición de ciertos grupos al evolucionismo, basada en creencias religiosas, en especial de corrientes fundamentalistas, es tanto o más activa en el presente que lo que fue en sus primeros momentos.

Mi propósito al escribir este libro ha sido doble: por un lado deseo presentar el proceso por el cual Charles Darwin llegó a proponer la teoría de la evolución mediante la selección natural, analizando tanto el ambiente intelectual en el que vivió como a las personas, los hechos y las ideas que influyeron en forma decisiva en la conformación de su pensamiento; en otras palabras, las «musas» que lo inspiraron. Por el otro lado, daré una explicación concisa de algunas de las ideas y los conceptos básicos de la selección natural y la evolución a la luz de los conocimientos actuales.

La mitología griega se refiere a un grupo de diosas inspiradoras del pensamiento y la creatividad del hombre a las que llamó musas y cuyo culto tenía lugar en el monte Helicón. El término *museo* significa la casa donde están las

musas o donde se obtiene inspiración, y la primera institución de esta naturaleza de la que se tiene conocimiento es el Museo de Alejandría, que contenía la biblioteca de Alejandro el Grande y era un recinto de discusión y aprendizaje. Hesíodo se refiere a nueve musas llamadas Clío (musa de los historiadores), Urania (de los astrónomos), Terpsícore (de la danza), Erato (de la poesía lírica), Euterpe (de la música), Talía (de la comedia), Melpómene (de la tragedia), Polimnia (de la retórica y la escritura) y Calíope (de la elocuencia y la poesía épica).

Las «musas» a las que me refiero en el libro influyeron en Darwin en formas diferentes: unas lo hicieron durante un claro y bien definido momento de inspiración; otras durante largos periodos de intensa interacción académica. Además, la influencia de estas musas no fue individual y aislada, sino que actuó de manera combinada y constituye un elemento esencial en la construcción de la teoría darwiniana. Estas influencias, representadas por personas específicas o por particularidades del medio natural y social, ejercieron un efecto paulatino y acumulativo en la gestación de *El origen de las especies*.

Decidí tratar a las «musas de carne y hueso» con mayor profundidad de la requerida para la sola referencia a sus ideas y conceptos que inspiraron a Darwin. Esto me ha parecido importante porque cada uno de ellos, así como su pensamiento, son el producto de su familia, de la educación que recibió, de la sociedad en que se desarrolló, de los hechos cotidianos que moldearon e influyeron en su carácter, etc. Pienso que describiendo en forma amplia y detallada el escenario social, familiar y cultural en que tanto Darwin como sus musas vivieron, la obra científica de cada personaje puede ser entendida mejor y el proceso global del desarrollo de sus ideas será comprendido más cabalmente.

El método que he empleado para abordar el tema es un híbrido, que espero no resulte monstruoso, entre la narración biográfica documentada, una descripción lo más sencilla posible de la información científica relacionada con la obra de Darwin y de sus contemporáneos, y el relato novelado de episodios en la vida de los caracteres del libro que, aunque no están en todos los casos documentados, deben de haber ocurrido. Para lograr esto último he intentado compenetrarme en el pensamiento y en el carácter de los personajes involucrados, especialmente en los de Darwin. Mis experiencias de investigación en la ecología y la historia natural en el campo, especialmente en la zona tropical de México, me han ayudado a sentirme un poco más cercano a las situaciones imaginarias que describo.

La referencia a los diversos aspectos del ambiente social, cultural y económico de los tiempos en que los personajes centrales vivieron me ha parecido también importante. La ciencia, como cualquier otra actividad humana que contribuye a la cultura de un grupo, se desarrolla en condiciones sociales, culturales y económicas propias de cada momento histórico, que influyen sobre sus características y consecuentemente la moldean.

Agradecimientos

Pocas cosas hasta ahora me han resultado tan placenteras y al mismo tiempo tan difíciles como la escritura de este pequeño libro. Aún no sé qué fue mayor: si el placer de introducirme a la fascinante historia de las ideas científicas de fines del siglo XVIII y del XIX, que surgían frescas y abundantes como manantiales en un territorio fértil estimulando el crecimiento del pensamiento humano, o la frustración de tener que abandonar la lectura de libros y documentos que me transportaban al mundo de las ideas del siglo XIX, para lograr terminar de escribir el mío antes de añadir un año más de retraso a la fecha prometida de su entrega.

Escribir un libro como éste ha sido también un serio ejercicio de desarrollo de humildad personal. No me refiero solamente al efecto de leer acerca de la vida y la obra de verdaderos genios, confrontados a una sociedad frecuentemente refractaria o francamente hostil, sino también a la confrontación con las limitaciones personales de escribir lúcidamente para un público no especializado, tratando de mantener al mismo tiempo un texto interesante y ameno. En esta tarea debo reconocer con un profundo agradecimiento la ayuda, en extremo generosa, de Luis Estrada Martínez, Antonio Bolívar Goyanes y Laura Casamitjana de la Hoz, quienes leyeron de cabo a rabo al menos dos versiones iniciales del manuscrito en las que para ellos deben de haber sido largas, demandantes y probablemente tediosas sesiones,

y me hicieron tal número de sugerencias útiles para llegar a una versión aceptable del texto, que casi reescribí el libro. Las incongruencias u oscuridades que aún permanezcan en el presente texto deben acreditarse plenamente a mis irremediables limitaciones como escritor. No creo gozar de los favores de la musa Polimnia… Mi esposa, Adelaida Casamitjana, revisó varios pasajes del libro y su enorme experiencia como maestra ayudó a hacerlos más lúcidos y accesibles. María Victoria Echart dedicó, con la mayor gentileza, largas y pacientes horas a la escritura del manuscrito y a lo que parecían inacabables correcciones y nuevas versiones del texto. Antonio Bolívar dedicó una atención y un cuidado a la edición del libro *beyond the call of duty*, por lo que se ahonda mi deuda con él. Éste es un libro que fue escrito fundamentalmente durante incontables fines de semana y días feriados. Las víctimas de ello han sido mi esposa y mis hijos, quienes se resignaron a no contar conmigo en numerosas ocasiones en que deberíamos haber compartido la vida en familia; a ellos, Adelaida, Arturo y Ade, mi gratitud, mezclada con remordimiento.

PRIMERA PARTE

LAS MUSAS

I. Antecedentes

El progreso de la ciencia

La percepción que las personas tienen de la ciencia es, con frecuencia, intrigante y curiosa. Por lo general, las diversas sociedades de cada país tienen grados diferentes de cultura científica que tienden a estar relacionados con el grado de avance científico del país correspondiente, aunque no siempre es el caso.

Comúnmente consideramos a una persona, cuya actividad profesional se ubica fuera de la ciencia, como científicamente culta si conoce al menos un campo del conocimiento científico (como podría ser la física), dentro del cual tiene idea de la existencia de una teoría (por ejemplo la de la relatividad) y sabe quién fue su autor (en este caso, Albert Einstein); su grado de cultura científica sería tanto mayor cuanto pudiera describir aspectos de la teoría.

No obstante, sería muy raro que esta persona, a la cual hemos calificado como poseedora de un determinado nivel de cultura científica, tuviera conocimiento *del proceso mental* por el cual Einstein llegó a concebir esa idea, al mismo tiempo tan concreta y tan compleja, como es la teoría de la relatividad. Este proceso es particularmente importante: refleja no sólo los múltiples caminos que las ideas científicas toman en la mente de una determinada persona, sino también la forma en que el pensamiento de sus colegas —no

únicamente en el área estricta de su disciplina, sino a veces también en áreas periféricas— influye, moldea, ayuda a reinterpretar datos y conceptos conocidos y, finalmente, inspira el acto creativo de la innovación científica. Este acto creativo puede estar representado por una nueva teoría que aclara numerosos fenómenos que antes no tenían una explicación satisfactoria bajo una teoría global, o bien por un nuevo concepto o un nuevo paradigma.

FIGURA I.1. *Alfred Nobel (1833-1896). Químico sueco.*

En mi opinión, el proceso de cómo se llega a una idea revolucionaria e innovadora en la ciencia con frecuencia ilustra en forma más interesante la naturaleza de la investigación científica que la nueva idea misma.

Para muchos, la ciencia está constituida por la acumulación de descubrimientos o de ideas y conceptos, ya que ésta es la manera en que, a través de diversos medios, recibe la información de su desarrollo. Aun en los reconocimientos científicos más importantes, como el Premio Nobel, hay un énfasis en sólo una parte de la creación científica: la de los aspectos utilitarios (figura I.1). La imagen de la ciencia como una simple acumulación de hechos y datos es distorsionada e incompleta, ya que hace caso omiso de la forma en que se originan los conceptos y las ideas, o se mejoran los ya existentes, lo cual es básico para la generación de los «productos terminados» de la ciencia. El entendimiento del mundo que nos rodea se logra mejor mediante grandes avances conceptuales que por la simple acumulación de hechos y datos.

Einstein, como cualquier otro científico, no habría podido elaborar la teoría de la relatividad si hubiera estado aislado del pensamiento de sus colegas físicos, tanto sus contemporáneos como los que le precedieron. Los elementos que empleó para desarrollar la teoría general de la relatividad se originaron en el conocimiento de sus colegas, gran parte del cual tenía varios años de haberse producido.

Las ideas y los conceptos que constituyen el cuerpo medular del conocimiento científico de la humanidad se desarrollan poco a poco, en un lento proceso de comparación, de selección de la información disponible, de evaluación de datos e ideas y, finalmente, de su incorporación a dicho cuerpo de conocimientos. Sin embargo, en muchas ocasiones el progreso en la ciencia ocurre por medio de abruptos y dramáticos cambios. Cambios que pueden iluminar de golpe el escenario de la fenomenología natural, o bien romper el «equilibrio del conocimiento» de la humanidad, estableciendo un continuo proceso de construcción, crisis, demolición y

reconstrucción de las ideas en una nueva síntesis, a partir de la cual se renueva el proceso.

Lo anterior define el avance de la ciencia en un principio como un proceso poco predecible, un tanto aleatorio; pero el avance sigue y tiende a volverse menos impredecible y aleatorio en la medida en que se entienden mejor los fenómenos de la naturaleza y se intuye más el derrotero que el conocimiento puede seguir.

Es indudable que la evolución de las ideas puede, en ocasiones, recorrer caminos equivocados y llegar a callejones sin salida, y que la diversificación de las ideas tiene periodos de crisis, de gran actividad y de estabilización. Por ello, la historia del pensamiento científico está caracterizada por un desarrollo discontinuo, no solamente en orientación, sino también en intensidad.

Las síntesis innovadoras en la ciencia tienen origen en la conjunción de ideas que previamente aparecen inconexas. Esta síntesis es generadora de grandes cambios en la historia de la ciencia cuando dos disciplinas que se habían desarrollado independientemente confluyen y generan un nuevo orden, dando unidad a lo que parecía ser improbable. Sin embargo, este proceso de «hibridación», ya sea entre ideas aisladas o entre disciplinas diferentes, no es sencillo, pues produce una interferencia mutua y un intercambio de características cuyo resultado es una transformación entre los dos componentes.

La reinterpretación de las ideas existentes y del conocimiento previo ha desempeñado un papel central en el desarrollo de la ciencia. Esto no implica que la adquisición de información y datos nuevos tenga importancia secundaria, ya que el valor de la experimentación y la observación empírica es capital. Sin embargo, la colección de datos y hechos fuera

de una matriz selectiva de pensamiento, es decir de una teoría, sí puede resultar irrelevante. Thomas H. Huxley, de quien haré referencia con mayor detalle más adelante, comentaba que aquellos que en la ciencia insisten en no ir más allá de los hechos rara vez llegan a ellos, y que la ciencia está hecha de hipótesis que, aunque después han sido comprobadas, tenían muy poco fundamento en el momento de su proposición. El físico sir William Lawrence Bragg, ganador del Premio Nobel por descubrir estructuras cristalinas mediante la utilización de rayos x, sugiere que la esencia del quehacer científico reside no tanto en el descubrimiento de nuevos hechos, sino en encontrar formas nuevas y originales de interpretarlos. Baste recordar que Copérnico revolucionó la manera de pensar de la humanidad acerca del movimiento planetario antes de la invención del telescopio, el instrumento que más ha ayudado a los astrónomos a lograr nuevos hallazgos acerca del universo en que vivimos. Los hechos en que se basó para explicar el movimiento de los planetas eran conocidos por todos, y sin embargo nadie los había interpretado como lo hizo Copérnico.

La información, los datos y las cifras representan las pequeñas piezas necesarias para construir un mosaico; sin embargo, la manera de combinar y colocar las piezas es lo que logra los diseños con significado y lo que crea las nuevas formas.

Existen en la estructura de la ciencia fuerzas internas que la sostienen pero que en ocasiones actúan como poderosas barreras contra el avance del conocimiento. Estas fuerzas constituyen lo que podríamos llamar el «establecimiento científico», esto es, organizaciones tales como los centros de investigación, las sociedades científicas, los mecanismos de difusión del conocimiento original, entre los que se

encuentran las revistas científicas, etc. Pero al igual que toda organización humana, adolecen de males como los intereses de grupo o de individuos. Sin embargo, en estricto honor a la verdad, aunque tales estructuras hayan bloqueado algunas ideas innovadoras, al final de cuentas la verdad termina por imponerse a los intentos para preservar el *statu quo* en una disciplina. No obstante, estos brotes de conservadurismo dejan víctimas, en ocasiones en forma dramática. Un ejemplo tristemente célebre es el de Ignaz Philipp Semmelweis, joven médico húngaro que trabajaba en la primera clínica obstétrica en Viena alrededor de 1845. En ese tiempo no era raro que las madres contrajeran una infección —frecuentemente mortal— inmediatamente después del parto. La mortalidad por fiebre puerperal, que es el nombre de esa enfermedad, podía alcanzar hasta 16 % de los casos de parto. Semmelweis se interesó especialmente en estudiar las causas de esa infección y la razón de por qué su incidencia era muchísimo mayor entre las mujeres que daban a luz en hospitales que en aquellas que lo hacían en sus hogares o que, prefiriendo no ir a las clínicas por el peligro, parían en la calle. Como consecuencia de la muerte de un muy buen amigo suyo que era patólogo y que contrajo la infección al analizar el cadáver de una mujer que había fallecido de fiebre puerperal, Semmelweis llegó a la conclusión de que el portador de la infección era el personal que atendía a las parturientas, en especial los estudiantes de medicina y sus profesores, ya que las atendían después de practicar autopsias —como parte de su adiestramiento— y de realizar operaciones en cuerpos infectados. De inmediato, Semmelweis organizó un experimento para probar su hipótesis, para lo cual ordenó que en un ala de la clínica todos los estudiantes se lavaran concienzudamente las manos con agua, jabón e hipoclorito de calcio; en la otra ala, atendida normalmente por parteras que

no tenían contacto con otros enfermos y donde las muertes por fiebre puerperal eran menos que en la sección atendida por los estudiantes, las parteras no se lavarían las manos como aquéllos.

Los resultados fueron contundentes. La mortalidad en el ala donde los estudiantes tenían que lavarse las manos al salir de las salas de operaciones y de autopsias antes de atender a las madres parturientas cayó muy por debajo de la registrada en el ala que había servido como «testigo» del experimento. La aplicación de esta sencilla regla de higiene redujo la mortalidad en las mujeres parturientas a menos de 1 %. Sin embargo, el jefe de la clínica, Johann Klein, reaccionó prohibiendo la práctica, porque se salía de la ortodoxia impuesta por la costumbre médica de la época, y destituyó a Semmelweis, arruinándole su reputación a tal grado que ni en su país logró que se impusieran las prácticas de asepsia que había recomendado para reducir el riesgo de fiebre puerperal. La frustración de Semmelweis ante las miles de muertes que nunca debieron haber ocurrido fue de tal magnitud que acabó sus días recluido en un hospital para enfermos mentales, donde murió ignorado en su tiempo a pesar del avance que había logrado, pero conocido en nuestros días como un mártir de la ciencia. Desgraciadamente son muchos los casos de aquellos que, a lo largo de la historia, han sufrido una suerte similar y que son desconocidos, ya que sus circunstancias no fueron tan notables como la de Semmelweis.

Ningún dato, ningún experimento, proveen a su autor o a otros científicos de verdades y certezas absolutas. Por lo general, cada dato y cada resultado de un experimento pueden ser interpretados en más de una forma. La ciencia no busca certezas absolutas, sino que acepta grados de probabilidad en la interpretación correcta de un fenómeno.

Algunos cambios en la ciencia ocurren solamente por la acumulación del peso de las pruebas; en otros casos la fusión de dos o más teorías, de apariencia original contrapuesta, provee el mecanismo para su avance y para la generación de nuevos conceptos. Cabe aclarar que los conceptos no son elementos exclusivos de la ciencia, pues constituyen parte esencial de cualquier acto de la creatividad humana; el arte, la filosofía y la historia, por ejemplo, requieren para producir innovaciones y progreso, el desarrollo y la mejoría de conceptos que les son propios.

Los conceptos desempeñan un papel muy importante en las ciencias biológicas, ya que los biólogos expresan usualmente sus generalizaciones en forma de conceptos más que de leyes. Por lo tanto, el progreso de la biología depende en gran medida del desarrollo de dichos conceptos o principios. ¿Cómo influyen los conceptos de un campo del conocimiento en quienes se adentran en él y cómo las personas afectan a su vez dichos conceptos? ¿Cómo incide el ambiente social y cultural en un campo del conocimiento y en quienes se esfuerzan en avanzar las fronteras de dicho campo? No creo que haya respuesta sencilla a estas interrogantes. Lo cierto es que existen corrientes opcionales, a manera de movimientos pendulares, que determinan que los factores sociales y culturales en ocasiones dominen sobre un campo del conocimiento y que, en otras, un nuevo conocimiento en un campo vital de la ciencia influya determinantemente en dichos factores.

El escenario intelectual en la teología y en la biología predarwinianas

La raíz de las concepciones filosóficas y científicas acerca de la vida sobre la Tierra —su origen, su organización, la estabilidad de las formas vivientes, etc.— se ubica en los inicios del registro histórico de la humanidad. Así, encontramos los conceptos de Aristóteles sobre los modelos ideales a los que se conformaban todos los organismos y de los cuales cada individuo era una variante más o menos accidental. Está también el pensamiento de Anaximandro, quien difundía en el siglo v a. C. la idea de que el ancestro del hombre pudiera haber sido un animal acuático y que la Tierra y sus habitantes descendían del mismo material original. O bien la teoría de Empédocles, un siglo después, sobre el origen de los seres vivos, en la que propone la existencia de un universo o reservorio de partes de los organismos (miembros, órganos, etc.) con los que se producirían innumerables combinaciones; las combinaciones «afortunadas», es decir, aquellas que producirían plantas o animales reconocibles como normales, serían las que permanecerían, mientras que las combinaciones «erróneas», que darían organismos monstruosos o quimeras, desaparecerían.

FIGURA I.2. *Aristóteles (384-322 a. C.). Filósofo griego.*

Aristóteles (figura I.2), Anaximandro y Empédocles no son los únicos pensadores que, de alguna forma, se refirieron a aspectos del posible origen de las especies, de su significado y de su estabilidad o posibilidad de cambio. En la historia de la cultura hay abundantes referencias al respecto. Sin embargo, ninguna de ellas en lo individual o en conjunto forma lo que podría distinguirse como un cuerpo coherente de ideas o hipótesis. Consideradas dentro del dilatado lapso en que fueron propuestas, estas ideas constituyen más bien la expresión de la inquietud intelectual de la humanidad acerca del origen de la vida, del significado de la presencia del hombre sobre la Tierra. No creo que alguna de estas ideas realmente pueda considerarse en sí misma como un

antecedente serio en el que Darwin se hubiera basado para iniciar la conformación de sus propias ideas.

FIGURA I.3. *James Ussher (1580-1656). Arzobispo irlandés.*

El creacionismo, es decir, la corriente de pensamiento religioso que sostiene que el universo, en el que se incluye nuestro planeta y los seres que lo habitamos, fue creado por un acto especial divino, representó por siglos la única explicación válida y aceptada para la civilización judeocristiana acerca de la vida en la Tierra. Otras religiones también se basan en actos de creación divina para explicar el origen de la vida.

El Génesis era, y es aún para mucha gente, el relato «oficial» del origen de la Tierra, de la vida en ella y de la presencia del hombre. Por mucho tiempo se creyó que nuestro planeta era solamente cinco días más viejo que la presencia del hombre en él. Sin embargo, como esto resultaba cada vez más difícil de aceptar por los fieles o de sostener por la Iglesia, en el siglo XVII James Ussher, un arzobispo irlandés (figura I.3), usó un curioso método para calcular que la Tierra en realidad había sido creada en el año 4004 a. C. Algunos escolásticos, aun más curiosos y entusiastas por refinar la

precisión bíblica, proponían que el día exacto de la creación había sido el 23 de octubre del mencionado año. Muchas biblias modernas llevan aún impresa la fecha calculada por Ussher al margen del párrafo respectivo del Génesis.

La idea que las sociedades europeas tenían acerca de la Tierra era, además de que era relativamente joven, que permanecía inmutable desde su creación, excepto por las modificaciones generadas en su superficie por el diluvio universal.

Respecto a los seres vivos, la idea generalizada y aceptada era que los animales y plantas que vemos ahora eran los mismos que aparecieron sobre la faz de la Tierra el día de la creación en el año 4004 a. C. y que fueron «bautizados» por Adán y más tarde rescatados en parejas por Noé en su gran arca para salvarlos del diluvio. Sin embargo, los constantes hallazgos de organismos fosilizados diferentes de cualquiera de los seres vivos conocidos empezaron a despertar inquietudes; había que encontrar alguna explicación a ellos. Se ofrecieron varias respuestas: una fue que probablemente habrían ocurrido varios diluvios y que algunos organismos desaparecían como castigo y lección divinos para que la humanidad se comportara dignamente. La otra era que el Creador había decorado piedras con figuras de diversos animales, aunque la finalidad de tal ejercicio artístico rupestre no tenía una explicación clara.

En el ámbito laico, otras ideas se iban desarrollando, pero siempre en acomodo a las restricciones impuestas por el pensamiento religioso. Así surgió el deísmo, corriente de pensamiento impulsada por la Iglesia y dominante por mucho tiempo que sostenía un vínculo «racional» de Dios con todas las criaturas, vínculo susceptible de comprensión por la razón humana. El deísmo proponía también una visión

optimista de la naturaleza en la que la armonía total entre los seres era el principio regulador, así como una concepción antropocéntrica según la cual todo lo creado por Dios era útil y por lo tanto era ofrecido para beneficio del hombre.

El progresionismo, otra corriente con más elementos laicos, proponía la existencia de una «cadena de los seres» en que cada eslabón era el resultado de un acto especial de creación divina. Esta corriente de pensamiento, muy extendida durante el siglo XVIII y parte del XIX, fue sostenida por naturalistas y científicos de la talla de Lamarck y de Louis Agassiz, director del Museo de Zoología Comparada (Museum of Comparative Zoology) de la Universidad de Harvard y vigoroso opositor de la idea de la evolución por medio de la selección natural de Darwin (figura I.4).

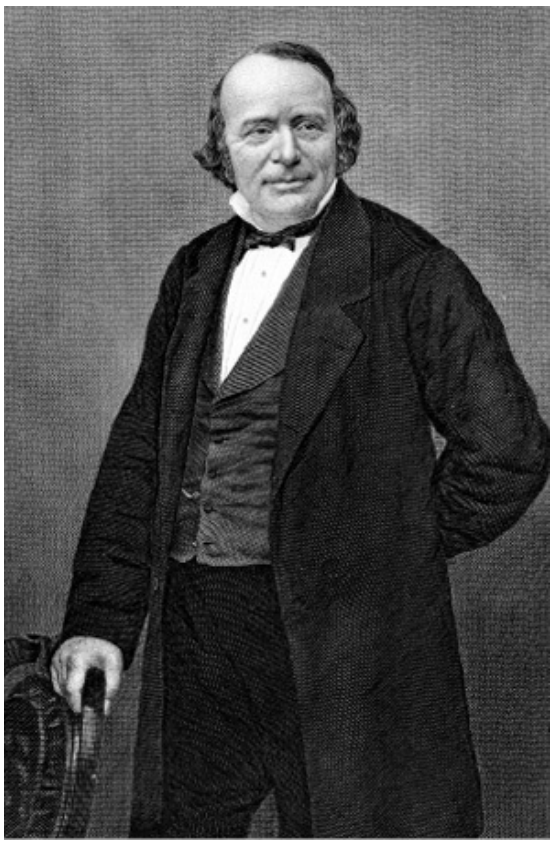


FIGURA I.4. *Louis Agassiz (1807-1873). Zoólogo suizo.*

El pensamiento teológico dominó todas las actividades intelectuales, incluidas desde luego y especialmente las de naturaleza científica, durante los siglos XVII, XVIII y XIX. Existen numerosos y connotados ejemplos de esta influencia en los campos de la astronomía, la medicina y otros. Por ello, Darwin no solamente tuvo que luchar en su fuero interno con el conflicto provocado por esta influencia y retrasar la publicación de su obra sobre el origen de las especies, sino que implícitamente le dio a la creación especial un rango científico en su libro de *El origen* al contrastarla con la evolución.

Durante los siglos XVI y XVII se inició un profundo proceso de cambio en la concepción del hombre acerca de la naturaleza y de su lugar en ella. La revelación bíblica empezó a dejar de ocupar el lugar de autoridad exclusiva en la explicación de los fenómenos naturales; numerosos descubrimientos, en diversos campos del conocimiento, propiciaban el cuestionamiento de las narraciones bíblicas como explicaciones únicas e indiscutidas de las características y los hechos observados en la naturaleza. Las ideas de Laplace, Kant y otros científicos y filósofos acerca de la naturaleza del tiempo y del cosmos desafiaron las explicaciones bíblicas y comenzaron a aceptarse cada vez más ampliamente entre los círculos intelectuales. Varios hechos, tales como el encuentro de los naturalistas con las nuevas y muy diversas floras y faunas descubiertas en los viajes de exploración de los países colonialistas por tierras exóticas y desconocidas; los descubrimientos de nuevos depósitos de fósiles en diferentes estratos geológicos y la evidencia inescapable de la extinción histórica de muchos organismos, y los avances en el estudio de la morfología de los organismos, entre otros, constituyeron un claro desafío a las interpretaciones dogmáticas de la idea

que la humanidad tenía de sí misma y de la naturaleza que la rodeaba.

Al término del siglo XVIII, el interés creciente de los naturalistas por conocer la enorme diversidad de la naturaleza que se abría ante sus ojos había acumulado una serie de interrogantes que exigían explicación. Ejemplos de interrogantes para las cuales no había respuesta convincente en el esquema conceptual del momento eran, entre otras, el origen de la diversidad biológica y la razón de su ordenamiento en lo que parecía ser un sistema natural; la explicación de las exquisitas adaptaciones de los organismos a las condiciones de su ambiente físico y, en muchos casos, a los otros organismos con los que estaban relacionados; las causas de las aparentes extinciones masivas de organismos; la relación entre especies muy parecidas pero que constituían entidades diferentes, y las razones que explicaban la existencia de órganos vestigiales.

De igual forma, hacia fines del siglo XVIII, las pruebas acumuladas por las observaciones naturalistas produjeron la aparición simultánea de ideas evolucionistas en personas como Johann Wolfgang von Goethe en Alemania, Geoffroy Saint-Hilaire en Francia y el abuelo de Charles Darwin, Erasmus, en Inglaterra (figura I.5).

FIGURA I.5. *Erasmus Darwin (1731-1802). Médico inglés, abuelo de Charles Darwin.*

El creacionismo era cada vez menos satisfactorio como fuente de explicación de las interrogantes anteriores. Por ello, había condiciones para un cambio profundo y más extendido en la concepción de las ideas acerca de la vida, de su diversidad y de las relaciones entre los organismos. El tiempo estaba ya maduro para un nuevo naturalista que tratara estos problemas desde un punto de vista diferente; un punto de vista que inevitablemente entraría en conflicto con el dogma del momento. Siendo aquella una época rica en naturalistas, Lamarck proporcionó la idea innovadora.

PRECURSORES DE IDEAS EVOLUTIVAS COHERENTES: UN CONDE Y UN CABALLERO

Hubo dos corrientes de pensamiento dominantes acerca del origen y de la estabilidad o evolución de las especies que

constituyeron proposiciones mucho más coherentes y estructuradas, y que antecedieron al pensamiento darwiniano e influyeron o sirvieron de base para su desarrollo. Me refiero a la obra de los dos naturalistas franceses de mayor reputación de los siglos XVIII y XIX: Buffon y Lamarck.

Georges-Louis Leclerc nació el 7 de septiembre de 1707 en Montbard, a la orilla del río Armançon, en la región francesa productora del vino de Borgoña y de la mostaza de Dijon (figura I.6). Al llegar a los 25 años añadió a su nombre el de *comte* (conde) de Buffon y desde su juventud se definió como un inquieto intelectual interesado en todos los aspectos de la ciencia. Se asoció a varios intelectuales y científicos ingleses de su época, especialmente a lord Kingston, e hizo traducciones al francés de obras de varios científicos ingleses, entre ellos Newton. Siendo muy joven, en 1740, fue nombrado miembro de la Real Sociedad inglesa (Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge); años antes, a los 27 de edad, había sido admitido como miembro de la Academia de Ciencias francesa (Académie des Sciences), en donde presentó como conferencia de ingreso su famoso *Discurso sobre el estilo*.

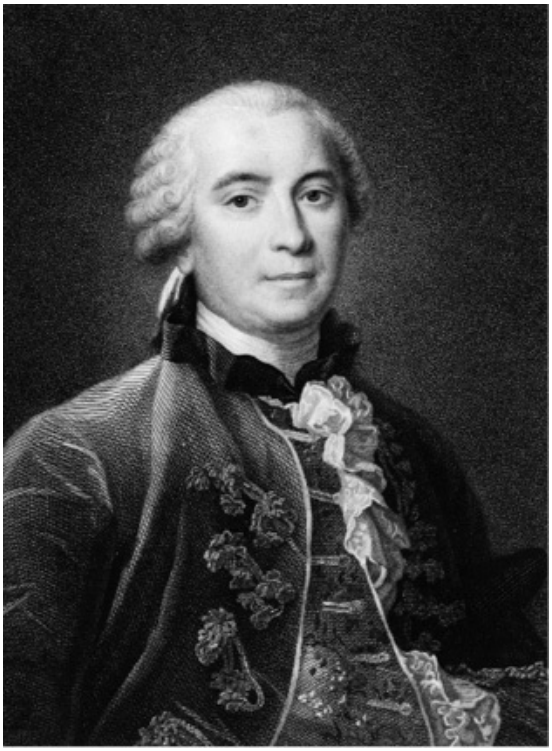


FIGURA I.6. *Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788). Naturalista, botánico, matemático, biólogo, zoólogo y escritor francés.*

A los 35 años de edad fue encargado de los Jardines Reales y del museo, que él creó adjunto a los mismos. En el desarrollo de este último puesto, Buffon produjo la monumental obra por la que adquirió notable y justificada fama: la *Historia natural, general y particular,* en la que por primera vez se hace un intento por sintetizar todo el conocimiento científico disponible hasta ese momento acerca de la naturaleza que rodea al hombre, incluyendo desde el origen y evolución de nuestro planeta hasta la biología de las ballenas. Esta obra consistió, finalmente, en 44 volúmenes, de los cuales 35 se publicaron en vida de Buffon y el resto después de su muerte.

La inquietud reinante en aquella época acerca de los posibles orígenes de la vida y su cambio se manifiesta en el

mismo año (1749) de la publicación de los tres primeros volúmenes de la *Historia natural* de Buffon, con la aparición simultánea de dos importantes obras. La primera es un folleto del filósofo y literato francés del periodo de la Ilustración Denis Diderot, titulado *Carta sobre los ciegos*, en el que subraya la importancia de los sentidos en la vida del hombre y propone la habilitación de los ciegos mediante el uso de otros sentidos, especialmente el del tacto. En el mismo folleto, Diderot formula planteamientos que retoman las ideas de Empédocles sobre el origen de las especies. El carácter ateo del folleto le valió a Diderot una estancia de tres meses en la cárcel de Vincennes. La segunda obra es la *Protogaea* de Gottfried Wilhelm Leibniz, de publicación póstuma, en la que el famoso jurista, filósofo y matemático alemán, inventor del cálculo diferencial e integral, sugiere la posibilidad de la transformación de las especies.

A pesar de que Buffon fue el primero en enfrentar seriamente las ideas evolucionistas de su época (hecho en el que reside en buena parte la importancia de su influencia sobre Darwin), nunca propuso una explicación concreta como lo hizo Lamarck. Podemos hablar de una teoría lamarckiana sobre la evolución, pero no podemos decir lo mismo acerca de Buffon, quien tampoco llegó a encarar el dilema que se establece entre la creación especial o divina y los cambios evolutivos que ocurren en las especies. Su respuesta a este problema fue adherirse a la proposición de la *generación espontánea* de la vida, que supone que los organismos pueden surgir directamente de diferentes tipos de materia inanimada, tales como el lodo, la basura o la ropa vieja. Su apego a esta teoría fue más el resultado de creer que la generación espontánea es una explicación menos mala del origen de la vida que las dadas por cualquier otra de las teorías existentes, que el de tener algún argumento concreto

en contra de éstas. Así, Buffon manifiesta cierta falta de rigor intelectual que se refuerza en su pensamiento acerca del problema de la diferenciación de las especies. Dice Buffon: «En general, la relación entre las especies es uno de esos misterios tan profundos de la naturaleza que el hombre no puede investigar, excepto por medio de experimentos que deben de ser tan prolongados como difíciles de hacer». A Buffon tampoco le atraía el orden ni la sistematización de las ideas, por lo que rechazó, lisa y llanamente, el sistema de clasificación binomial de Linneo; no obstante, en prueba de su inconsistencia, él mismo propuso poco después otro sistema de clasificación marcadamente antropocéntrico, en el que el hombre se encontraba en el primer escalón y a continuación los animales domésticos más importantes, los cuales eran seguidos por el grupo de animales domésticos de segunda importancia, etcétera.

En el pensamiento buffoniano, todos los organismos vivían en armonioso concierto en el cual no había lugar para la competencia o la lucha por la existencia. Curiosamente, Buffon tenía percepción del poder de crecimiento geométrico o exponencial de las especies, pues en el volumen II de su *Historia natural* menciona que «en 150 años el globo terráqueo puede cubrirse de un solo tipo de organismos». Sin embargo, no discute —porque no ha sido éste el caso nunca— y tampoco interpreta esta capacidad de enorme crecimiento de las poblaciones como un elemento que necesariamente crearía situaciones de competencia por recursos, sino como prueba y explicación de lo «natural y fácil» que resulta el que haya tantos seres vivos.

Los primeros conceptos de tipo evolutivo de Buffon aparecen en forma contrapuesta en un capítulo sobre la «Historia natural del asno», en el que menciona que «si fuera cierto que el asno es solamente un caballo degenerado, no

habría límites al poder de la naturaleza, y estaríamos en lo justo al afirmar que, de un solo ser, la naturaleza habría producido en el curso del tiempo todos los seres organizados. ¡Pero no! Es claro, por la Revelación, que todos los animales han participado igualmente de la gracia de la creación». Esto evidencia un criterio creacionista en las ideas de Buffon acerca del origen de las especies, pero contrasta con una visión sorprendentemente moderna de lo que es una especie: «Cada especie, cada serie de individuos capaces de reproducirse e incapaces de mezclarse con otras especies, será considerada y tratada separadamente».

En otro ensayo —«Sobre la degeneración de los animales»—, Buffon mezcla algunas ideas acerca de que los cambios en los animales se dan por procesos de degeneración; así, el asno se deriva del caballo por degeneración, como lo hace la cabra del borrego. Nuevamente, en sorprendente contraste, propone la original idea de que algunos animales exclusivos del Nuevo Mundo y de Oceanía, como los perezosos, los armadillos y los marsupiales, tuvieron que originarse en forma aislada del resto.

FIGURA I.7. *Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759). Filósofo, matemático y astrónomo francés.*

Buffon también compila algunas de las ideas evolutivas de Pierre Louis Moreau de Maupertuis, astrónomo y matemático francés que introdujo en Francia las ideas de Newton acerca de la gravitación y probó la idea también newtoniana de que la Tierra es una esfera achatada en los polos (figura I.7). Maupertuis refería el caso, famoso en su tiempo, de la familia Ruhe, en la que varios de sus miembros presentaban polidactilia, es decir, la presencia de más de cinco dedos en manos y pies; describía la forma en que este carácter se había heredado por generaciones, y sugería que de esta forma se pudieran generar nuevas especies. Maupertuis llegó a calcular la probabilidad de que los padres de la familia Ruhe legaran a

los hijos la polidactilia en un proceso al azar, pero Buffon desechó este argumento, considerando que las probabilidades de que ello ocurriera eran infinitamente pequeñas.

En resumen, se puede uno preguntar si Buffon, a pesar de haber tratado aspectos evolutivos, puede considerarse como un precursor de ideas coherentes acerca de la evolución. Mi respuesta es que no. La inconsistencia de las ideas de Buffon sobre la evolución puede explicarse en parte como causada por el ambiente intelectual en el que vivió, ya que los teólogos de la Sorbona imponían una censura inmisericorde a los libros científicos que se publicaban en Francia, al grado de que, en ocasiones, Buffon tuvo que retractarse de algunas afirmaciones e ideas. Además, Buffon se encontraba claramente bajo la influencia del deísmo.

Muy diferente fue la situación de uno de los discípulos de Buffon: Lamarck, lo que en parte explica que éste pudiera consolidar una teoría coherente sobre el origen de la vida y su evolución. Jean-Baptiste de Monet, caballero de Lamarck, nació en Bazentin en 1744, de una familia aristócrata de la Picardía, y creció en un ambiente intelectual, político y social más liberal que el que tuvo que soportar Buffon.

Podemos distinguir tres versiones de la teoría lamarckista de la evolución. La primera aparece en forma de conferencia publicada cuando Lamarck tenía ya 57 años y fue presentada en 1801 como la introducción de su obra *Sistema de animales invertebrados*, donde básicamente expone que el mecanismo de la transmisión de los caracteres adquiridos es el causante de la evolución de los animales. La segunda versión aparece en 1809, en los primeros ocho capítulos de su *Filosofía zoológica*; en ellos expone la idea de que existe una tendencia a la mayor complejidad en los animales y de que dicha tendencia es una ley natural. Este proceso es explicado por

Lamarck como una sucesión lineal que se asemeja a una cadena de seres animales o vegetales. En esta explicación la herencia de los caracteres adquiridos es relegada al papel de causante de las desviaciones de la línea o cadena principal. Lamarck distingue dos cadenas diferentes de seres: la de los vegetales y la de los animales. La tercera versión aparece en la edición póstuma de su obra sobre los animales invertebrados, en 1835, seis años después de su muerte. Es similar a la segunda versión en contenido, pero resulta mucho más clara y se encuentra mejor estructurada. Generalmente ésta es la version más conocida y de la que se desarrolla el cuerpo de ideas denominado lamarckismo. En ella Lamarck niega rotundamente que exista una secuencia o cadena continua entre la materia no viva y la viva, lo cual había sido sostenido por algunos proponentes de la idea de la cadena de los seres, como el filósofo John Locke, iniciador de la época de la Ilustración inglesa.

El párrafo clave en el que Lamarck sintetiza sus ideas acerca de la evolución se encuentra en el volumen I de su obra sobre los animales invertebrados, y es el siguiente:

> Por medio de las cuatro leyes que he mencionado, todos los hechos de la organización me resultan fácilmente explicables; la progresión en la complejidad de la organización de los animales y de sus facultades no me parece difícil de concebir; finalmente, los mecanismos usados por la naturaleza para diversificar a los animales y llevarlos al estado en el que los conocemos se vuelven fácilmente determinables.

La esencia de las leyes a las que Lamarck se refiere es ésta:

1. La naturaleza tiende a incrementar el tamaño de los seres vivientes hasta un límite predeterminado.
2. Los nuevos órganos se producen como resultado de una nueva necesidad.

3. Los órganos alcanzan un desarrollo que es proporcional al grado de uso al que están sometidos.
4. Todas las características adquiridas por un individuo son transmitidas a su progenie.

En estas cuatro leyes no parece haber referencia alguna al incremento de la complejidad de los organismos y la totalidad del proceso evolutivo es atribuida a un solo factor causal: la herencia de los caracteres adquiridos. Sin embargo, Lamarck subraya la similitud entre el incremento de tamaño y la complejidad de los organismos. Los cambios adaptativos que se originan en los animales por las modificaciones en el ambiente ocurren, según Lamarck, mediante el desarrollo de nuevas formas de comportamiento que involucran el uso de órganos hasta entonces poco empleados. Dicho uso lleva, a su vez, a un incremento en su tamaño o a nuevos modos de funcionamiento. Los ejemplos con los que Lamarck quiso ilustrar el mecanismo, fundamental de su teoría, son bien conocidos. Aparte del más famoso, que consistía en explicar el estiramiento del cuello de las jirafas debido a que su alimento se iba encontrando en ramas cada vez más altas, Lamarck usó el ejemplo de los cuernos de algunos rumiantes (como los alces o los venados), que a fuerza de darse topes con la cabeza cuando los machos peleaban por una hembra, fueron desarrollando cornamentas más grandes. Otro ejemplo es el de las aves acuáticas, que al nadar abrían los dedos de las patas a fin de impulsarse mejor, de manera que se estiraba la piel entre los dedos hasta que se desarrolló una pata membranosa, como la de los gansos o los patos.

Lamarck considera al hombre como el punto de referencia o estándar, del cual los animales se van separando según una escala orgánica fija, como si se tratara de una escalera eléctrica: el hombre se encuentra en el escalón más alto y los

organismos más primitivos en el inferior, por debajo del cual aparecen nuevos escalones en la medida que se forman nuevas especies más primitivas; además toda la escalera se desplaza con los escalones fijos en su posición relativa. La teoría de la escala hacia la perfección es probada, según Lamarck, por los siguientes cuatro hechos:

1. La semejanza entre unos animales y otros.
2. La semejanza del hombre con otros animales.
3. La perfección de la organización humana.
4. Algunos animales se parecen más al hombre que otros.

Cabe mencionar, finalmente, que la concepción de que las especies podrían extinguirse no se encuentra en el pensamiento lamarckiano, así como tampoco el concepto de competencia, ni la consiguiente lucha por la existencia, debido a la influencia del deísmo en sus ideas.

No hay duda de que el lamarckismo es el cuerpo teórico que influyó de manera más importante en el pensamiento inicial de Darwin, quien aceptó en un principio la posibilidad de que la herencia de las características adquiridas fuera un mecanismo más de evolución. Sin embargo, Darwin nunca elaboró esta idea ni la incorporó a su teoría de que la fuerza motriz de la evolución es la selección natural, un mecanismo radicalmente diferente en todos sentidos del propuesto por Lamarck.

II. La del olor a estiércol

El hombre, creador de especies

En los tiempos actuales, el gran desarrollo tecnológico y el crecimiento poblacional acelerado en el ámbito mundial, aunado a un imparable crecimiento de la demanda per cápita de recursos naturales, hacen evidente que la humanidad ejerce una considerable influencia sobre su ambiente y sobre los organismos que forman parte de él. Los efectos del uso de los combustibles fósiles y el potencial que la ingeniería genética representa para prácticamente crear nuevos organismos, son sólo dos ejemplos contrastantes de la capacidad humana moderna para influir en la naturaleza que la rodea. No obstante, esta influencia no es de manera alguna reciente: se ejerce desde la época de los primeros homínidos, esto es, hace unos 3.5 millones de años. Ya desde entonces, los incipientes grupos de homínidos organizados que contaban con cierta capacidad de comunicación social empezaron a influir en forma cada vez más selectiva y dirigida sobre su ambiente y sobre los organismos de los que dependían para alimentarse. El aprendizaje de las formas de obtención del alimento y el desarrollo de las tecnologías cada vez menos elementales para utilizar los recursos disponibles diferenciaron al hombre primitivo de sus congéneres más silvestres, tanto genéticamente como en lo que se refiere a los efectos de su influencia sobre el ambiente.

El evento crucial que cambió la relación de la especie humana con la naturaleza fue la invención de la agricultura. Este evento se distingue de las invenciones que conocemos hoy día en que ocurrió lentamente, a lo largo de siglos, como resultado de la acumulación paulatina de conocimientos transmitidos por muchas personas de generación a generación. Otra diferencia de la invención de la agricultura respecto a las innovaciones tecnológicas modernas es que el cultivo de plantas llevaría inexorablemente al desarrollo de sociedades sedentarias, civilizadas y generadoras de cultura. Esto justifica que se le conozca como la «Revolución agrícola» de la historia de la humanidad.

La invención de la agricultura fue una innovación tecnológica esencial que se produjo como resultado del conocimiento detallado que los seres humanos poseían tanto de las plantas que utilizaban como fuente de alimento como del clima y del ambiente físico y biológico de las áreas que adaptaban para concentrar un alto número de individuos de una planta útil para así cosecharlos simultáneamente. El efecto de la naciente tecnología agrícola sobre la naturaleza fue doble: primero, ocasionó la modificación gradual, pero sostenida, de plantas originalmente silvestres que adquirieron por este proceso nuevas características útiles al uso humano y se transformaron en los cultivos que hoy conocemos y, segundo, produjo la aparición de nuevos ambientes, nuevos ecosistemas creados y mantenidos por su actividad: los campos agrícolas.

La agricultura no se desarrolló igual en aquellas regiones de la Tierra pobladas por distintos grupos étnicos. Diversos investigadores, entre ellos el notable botánico soviético Nikolai I. Vavilov, han distinguido seis centros de origen de las plantas cultivadas que son el sostén actual de la alimentación del mundo (figura II.1). Estos centros se

localizan en áreas en las que existe un número muy elevado de especies (es decir, que tienen una diversidad biológica alta), que son ecológicamente muy variadas (casi todas son zonas montañosas) y en las que se desarrollaron las culturas más avanzadas y diversificadas de su tiempo, como fueron, a guisa de ejemplo, los griegos, los chinos y varios de los grupos mesoamericanos y de la cadena andina. Basada en su conocimiento de las plantas y en tecnologías agrícolas cada vez más refinadas, nuestra especie fue modificando numerosas especies vegetales para su beneficio, muchas de las cuales sufrieron cambios tan profundos que se convirtieron en nuevas especies, difíciles de relacionar con aquellas que les dieron origen. Algunos de los cereales más importantes en la alimentación del hombre, como el maíz y el trigo, son ejemplos de lo anterior.

FIGURA II.1. *Los centros de domesticación de plantas, según Vavilov:* 1. *Mesoamérica,* 2. *Los Andes,* 3. *Etiopía,* 4. *Mediterráneo,* 5. *Medio Oriente,* 6. *Indochina.*

Al parecer, los intentos más antiguos conocidos de domesticación ocurrieron con el centeno *(Secale cereale)*, en la región comprendida entre lo que actualmente son Siria y Turquía, hace unos 11 000 años; sin embargo, no vuelve a

haber registros de esta planta hasta unos 2000 años a. C. Otra de las plantas registradas como cultivadas o acompañantes de asentamientos humanos muy antiguos —de hace unos 12 000 a 14 000 años— es el guaje *(Lagenaria siceraria)*, que llegó ya cultivada a América vía los migrantes de Asia hace unos 10 000 años. A estas plantas siguieron cereales como el trigo y algunas leguminosas anuales como el chícharo, hace alrededor de 11 000 años.

Los atributos que deben haberse buscado en el proceso de domesticación de las plantas fueron germinación más alta y más uniforme de las semillas, reducción de contenidos tóxicos poco palatables, mayores frutos o infrutescencias (mazorcas especialmente) en relación con la parte vegetativa de la planta (hojas, tallos, etc.) en el caso en que los granos o semillas eran el objeto de domesticación.

El proceso de domesticación no se restringió a las plantas; muy poco después de que el hombre empezó a desarrollar la agricultura —con excepción del perro, al que al parecer domesticó primero—, inició un proceso de domesticación de algunos de los animales silvestres, especialmente aves y mamíferos, de los que se alimentaba. Los primeros animales que se domesticaron en Asia oriental fueron las cabras y los borregos, hace unos 9000 años, seguidos luego por vacunos y porcinos. Básicamente, animales todos cuyo comportamiento no era territorial y no eran huidizos ni difíciles de controlar en cautiverio. La domesticación del caballo ocurrió más adelante, hace unos 5000 años, en la región de la actual Ucrania.

El procedimiento era básicamente el mismo que con las plantas, aunque por lo general más lento, y las modificaciones que imprimió sobre estos organismos fueron igualmente profundas. Muy pocos de los organismos domesticados,

plantas o animales, pueden subsistir en condiciones silvestres en la naturaleza sin la intervención y la protección de nuestra especie; la interdependencia actual de ambos es virtualmente total.

¿Cómo se explica que Darwin fuera influido por los granjeros y agricultores de su época? Hay varias razones para ello. Una inicial es el hecho de que aunque Darwin nació en plena Revolución industrial en el país que encabezó este movimiento social, su contacto con la naturaleza fue permanente e intenso desde su temprana infancia. La ciudad en la que nació, Shrewsbury, si bien estaba casi en el corazón del área industrial del noroeste de Inglaterra, era una población francamente rural. Era también una costumbre en la Inglaterra victoriana que ciertos estratos de las clases económicas acomodadas, como era la familia Darwin, poseyeran respetables mansiones en el campo, que incluían como parte de la propiedad una granja y campos de cultivo. Así, el joven Darwin estuvo familiarizado desde temprana edad no solamente con los aspectos cotidianos de la vida de los animales domésticos y de los ciclos agrícolas, sino que también pudo conocer de cerca los mecanismos por los cuales los encargados de cuidar el ganado lechero y los caballos cruzaban diversos especímenes de la misma o de diferente raza y seleccionaban los productos de dichas cruzas. Lo mismo ocurría en el caso de las plantas, tanto de los cereales y hortalizas que se sembraban en las áreas cultivadas, como especialmente de las plantas ornamentales que se mantenían en los amplios jardines, por las cuales había una larga tradición nacional y familiar de gusto y aprecio de la que Darwin participó plenamente.

La diversidad de formas generadas, tanto de animales como de plantas, que se daba como producto de la selección en la domesticación a la que los humanos someten a los

organismos que le son útiles actuó como una fuente básica de inspiración para Darwin, a quien impresionaba el potencial de variabilidad que se expresa en la selección manipulada por el hombre. La influencia de la «evolución bajo domesticación» fue seguramente iniciada muy temprano en la vida de Darwin, pero se extendió mucho después en su trabajo académico. No solamente fue parte de las ideas que ayudaron a elaborar *El origen de las especies*, sino que constituyó el tema de uno de sus libros más importantes, *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*, publicado en dos volúmenes en 1868. En el capítulo VII describo con mayor detalle la interacción que Darwin mantuvo con agricultores, criadores de ganado y de otros animales, horticultores, etc., y la influencia de esta relación en el desarrollo de sus ideas acerca del origen y la evolución de las especies.

Una evolución bajo control

La primera pregunta que se antoja formular al leer el anterior subtítulo es si resulta posible controlar la evolución, ya que la domesticación es una tecnología creada por el hombre. La respuesta es que sí resulta posible en ciertas circunstancias. Mencioné en párrafos anteriores que el origen de la agricultura, hace no menos de 10 000 a 15 000 años y en diversas partes del mundo, fue posible gracias a la habilidad humana para transformar algunas plantas, iniciando un proceso de cultivo o domesticación. La selección ejercida sobre esas plantas debe de haber operado en dos formas. La primera, por medio de efectos inconscientes que eran el resultado de prácticas agrícolas que tenían como propósito

proteger a las plantas de sus depredadores naturales, lo cual probablemente redujo la ventaja de que las plantas mantuviesen sus mecanismos naturales de defensa. Algunos de tales mecanismos de protección de las plantas contra sus depredadores son, por ejemplo, el contenido de sustancias tóxicas, incluso para los humanos, como es el caso de los frijoles primitivos; la protección física, como la cutícula muy gruesa y fibrosa de tallos y hojas, desagradable al paladar humano; las espinas, etc. Otro mecanismo de protección es la defensa de sus semillas, mediante procesos químicos o físicos y de dispersión que minimizan la probabilidad de ser encontradas por un depredador natural.

La segunda forma fue una selección consciente o dirigida para lograr ciertos atributos en las plantas, tales como un mayor tamaño de los frutos o semillas y una mayor sincronización en su maduración; reducción o anulación de la tendencia natural de las semillas a dispersarse por sí mismas; incremento en la talla o la velocidad de crecimiento y maduración de la planta, etc. En el caso de los animales domesticados, la selección consciente ponía atención en atributos como una mayor docilidad y capacidad de producción de leche en el ganado, o un instinto de caza más desarrollado en los perros que acompañaban al hombre. Esta selección artificial ejercida por los humanos en el proceso de domesticación produjo cambios tan profundos y una variación tan amplia como los que se pueden observar en todas las formas o razas actuales de la especie *Canis lupus familiaris*, nomenclatura científica para referirse a los perros.

Hay que aclarar que el potencial para que se generen tantas formas, razas o variedades —como ocurre en los organismos domesticados— existe en *todas* las especies de plantas y animales, y no es solamente el resultado de la acción humana como agente selector. Las especies silvestres están sujetas a

agentes naturales de selección, en contraste con la selección artificial impuesta por el hombre; algunos de los innumerables ejemplos de estos agentes selectivos de la naturaleza son la velocidad de desplazamiento de los depredadores de una especie, la capacidad de infección de un agente patógeno, el grado de competición ejercido por los vecinos de un individuo en la consecución de alimento o nutrientes, o bien la intensidad con que la temperatura puede descender por periodos importantes en los individuos de una especie en un ambiente dado.

Generalmente, los objetivos de un programa de selección artificial son dos. El primero se refiere al intento de mejorar las características de los organismos aumentando el valor de un atributo, como por ejemplo el rendimiento (grano, leche, carne, etc.), o un aspecto estético, como en las plantas ornamentales o las mascotas. El segundo se refiere a los cambios que se busca que ocurran en un organismo para permitirle evitar el efecto de algunos factores restrictivos, tales como la susceptibilidad a una enfermedad o la falta de resistencia a la sequía.

Desde luego, la selección artificial (como la natural) solamente producirá las respuestas deseadas en una especie si ésta tiene la variabilidad genética necesaria. La selección artificial en la domesticación de las especies se ha ido haciendo en forma cada vez más direccional e intensa; en las últimas cinco o seis décadas, los conocimientos, principalmente derivados de la genética y la fisiología, tanto de animales como de plantas, han producido una selección de organismos útiles al hombre más científica, es decir, más metódica, enfocada y predecible en sus resultados.

FIGURA II.2. *Diversas razas de perros* (Canis lupus familiaris).

Sin embargo, esto no significa que la selección natural no continúe actuando sobre las especies domesticadas; muy por el contrario. Un ejemplo de lo anterior es que una raza de frijol seleccionada para ser resistente al ataque de un insecto que se alimenta de las semillas (por ejemplo un picudo) puede ser particularmente susceptible al ataque de otro depredador (tal como un insecto chupador de la savia). Otro ejemplo es el caso de razas o variedades de plantas y animales utilizados por el hombre que, resistentes a las cepas más comunes de un agente patógeno, pueden ser muy susceptibles al ataque de nuevas cepas virulentas, que usualmente se producen con mucha rapidez y para las cuales el hombre tarda algún tiempo en producir una nueva raza resistente.

La selección natural no solamente continúa operando por mecanismos similares a los descritos, sino que la misma selección artificial puede ir directamente en contra de las presiones de la selección natural. Un ejemplo de esto es que, al seleccionar variedades de muy alto rendimiento de un cultivo, generalmente producimos plantas cultivadas que tienen serias desventajas para competir con las silvestres espontáneas, que reciben el nombre genérico de «malezas», sean nocivas o no, de un campo de cultivo. Como consecuencia de esta desventaja competitiva, se ha vuelto imperativo desarrollar tecnologías, ya sean tradicionales o con el uso de herbicidas, para mantener los campos agrícolas cada vez más limpios de estas malezas. Situaciones como la anterior generan costos que, a veces por su envergadura, anularían casi completamente las ganancias obtenidas por el mayor rendimiento de la variedad seleccionada.

Otro efecto de los programas modernos de mejoramiento genético, o selección artificial en plantas, es que la superespecialización de las variedades y la tecnificación de la agricultura han reducido muy sensiblemente el grado de variabilidad genética. Lo anterior causa un alto riesgo de pérdida de la capacidad de adaptación de los cultivos, haciéndolos cada vez más dependientes de condiciones óptimas mantenidas con base en altos costos energéticos, tales como abundante agua, plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, etc. La anterior tendencia es particularmente inadecuada en países como el nuestro, en los que dichas condiciones óptimas de cultivo solamente se pueden dar en situaciones económicas ventajosas, las cuales representan una proporción muy pequeña del territorio cultivable.

III. La de los *Principios*

Los ociosos sicilianos

Benvenuto a Catania, signore Lyell! El italiano del hostelero era una sonora cascada de armonía que llenaba la amplia habitación que servía igualmente de comedor, sala de visitas y recepción de la modesta hostería. En el piso de anchos tablones el visitante depositó su equipaje, el cual estaba compuesto por dos bolsas de lona muy resistente y una bien conservada maleta de cuero negro con un vistoso grabado en letras doradas con el nombre del dueño: Charles Lyell. El hostelero, un siciliano de negros y abundantes bigotes y cara radiante de sol mediterráneo, extendió la mano al visitante, quien entre dudoso y sorprendido respondió el saludo. El vigoroso apretón de manos que recibió Charles Lyell lo sacudió y acabó de situarlo en la realidad de que, finalmente, había llegado a la parte más ansiada de su viaje. El aire húmedo y saturado de sal del puerto siciliano iba llenando cada uno de los alvéolos de sus pulmones y le producía un sentimiento de embriaguez conforme caminaba por el pasillo que lo conducía a su habitación y a un merecido descanso, después de un largo viaje.

Charles comenzó a desempacar la pesada maleta de cuero que su padre le había regalado algunas navidades atrás; extrajo sus robustos zapatos de campo y varios de los utensilios de su profesión, que había envuelto

cuidadosamente entre su ropa: su martillo de geólogo, la brújula, la plomada y sus nuevos binoculares. La modesta habitación que ocupaba apenas tenía espacio para acomodar la angosta cama, una mesa sin cajón alguno y una silla que ofrecía ser una trampa para quien se atreviera a sentarse con poco cuidado en ella. La única lámpara parpadeaba incesantemente y producía, en espasmos, oscilantes sombras sobre las paredes que habían sido blancas alguna vez; empezaba a oscurecer y el frío húmedo de los últimos días de noviembre se colaba por los resquicios de la ventana.

El viaje había sido agotador. Pero más que el feroz bamboleo de la travesía por el mar Tirreno de Nápoles a Catania, era la larga espera de varios días y los interminables trámites de seguridad para poder zarpar lo que había desgastado a Charles, tornándolo irritable y frustrado por no poder dar inicio a un proyecto ansiosamente planeado desde tiempo atrás. Sin embargo, Charles comprendía que la tardanza que había sufrido en el viaje, aunque poco deseable, era por su propio bienestar; la actividad de los piratas de Trípoli había aumentado a tal grado en los últimos dos años, que aventurarse en embarcaciones privadas en una travesía por el Mediterráneo, particularmente en su extremo meridional, era una invitación segura al desastre. El único vapor de la flota del gobierno italiano disponible en el área se encontraba en ruta de abastecimiento de las guarniciones de la marina y tardó casi una semana en llegar a Nápoles.

Sin embargo, la primera retribución para Charles una vez que hubo iniciado este complicado viaje fue la vista, muy de cerca, del volcán Estrómboli irguiéndose fuera del mar, con sus casi 1000 metros de altura, y de las montañas graníticas del Aspromonte, que constituyen «los dedos de la bota» de la característica geografía italiana, como telón de fondo. Unas horas después el barco sorteaba el paso del estrecho de

Mesina para llegar, ya entrada la tarde y surcando aguas plácidas, a Catania, puerto azufrero del mar Jónico, en el que Charles establecería su base para ascender al Etna, el volcán europeo activo más importante y el motivo central de su viaje a Sicilia.

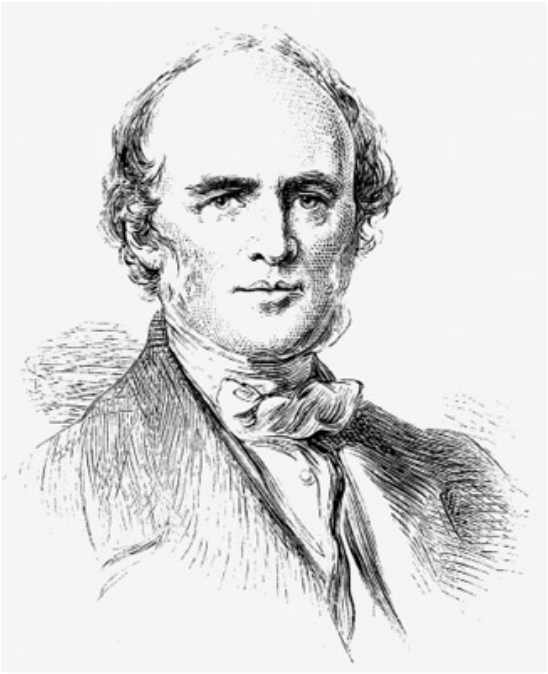


FIGURA III.1. *Charles Lyell (1797-1875). Geólogo escocés.*

Tres robustos golpes en la puerta de su habitación rompieron la trama de sus pensamientos que, un poco en forma de sueño, recapitulaba partes de la reciente travesía. Al abrirla, se encontró en el marco de la puerta la sonriente cara de un bien vestido italiano acompañado del dueño de la hostería quien, después de la presentación formal, se retiró envuelto en su chal negro. El recién llegado era el doctor Giuseppe Gemellaro, geólogo local que, en sus largos años de vivir en las faldas del Etna, había escrito varios trabajos sobre la vulcanología y la geología de la montaña. Gemellaro había oído con anticipación la noticia del arribo de Charles a

Catania, así como de su interés por estudiar no solamente los procesos vulcanológicos sino, particularmente, tratar de explicarse por qué se encontraban depósitos de fósiles marinos en diversos volcanes, con frecuencia a muchos cientos o incluso miles de metros sobre el nivel del mar.

Para el doctor Gemellaro era difícil entender por qué la presencia de fósiles marinos sobre los volcanes preocupaba a Charles de esa manera; él estaba acostumbrado a recibir de los campesinos y los viajeros que se aventuraban faldas arriba del Etna numerosas conchas y restos fosilizados de organismos marinos, muchos de los cuales ya no existían en ese tiempo. Siempre pensó que estos restos eran parte de la arena que los pobladores de la isla habían llevado desde la playa con el propósito de mezclarla con los materiales de construcción de sus casas en la montaña para darles mayor resistencia.

Cuando Charles escuchó esta explicación de parte de Gemellaro, quien trataba de disipar su inquietud inquisitiva al respecto, no pudo reprimir responderle con una buena dosis de sarcasmo: «Pues los habitantes de esta isla serían una partida de ociosos si la única ocupación que tuvieran fuera la de acarrear fósiles de la playa; yo tengo registros de que se encuentran por todos lados de la isla, en estratos que tienen más de 30 metros de profundidad».

Esta exclamación fue irrefrenable en Charles Lyell, no solamente por su inflamable carácter de joven inquisitivo de escasos 32 años, sino porque ya en esos momentos se perfilaba como un geólogo y naturalista que estaba empezando a poner en duda las bases mismas sobre las que se edificaba, hasta el primer cuarto del siglo XIX, el conocimiento geológico y, su no poco trascendente consecuencia, la concepción del origen de la Tierra y del lugar de todos los organismos, incluida la humanidad, en ella (figura III.1).

Aun antes de ser estudiante universitario y en gran medida por efecto de la influencia familiar, Charles tenía una inclinación marcada por el naturalismo, que cultivaba mediante su afición a coleccionar insectos. Charles nació en el corazón de Escocia, en el poblado de Kirremuir, del antiguo condado de Forfarshire, ahora Strathmore. Kirremuir era una pequeña población situada a los pies de los montes Grampianos, donde la familia Lyell poseía una gran residencia que llevaba por nombre Kinnordy. El padre de Charles, Charles Lyell de Kinnordy, era abogado al mismo tiempo que militar retirado del cuerpo de voluntarios durante la guerra de fines del siglo XVIII con Francia. Lyell de Kinnordy tenía una afición que, a fines del siglo XVIII y durante el XIX, era frecuente entre la clase media educada de su país: se interesaba intensamente tanto por la botánica como por la entomología. Pero tenía además otras inquietudes intelectuales que lo llevaron a ser un traductor reconocido de las obras de Dante al inglés. Su afición por la botánica, pero especialmente por los líquenes, le permitió mantener una intensa correspondencia con los botánicos más importantes de su tiempo, como Dawson Turner y William Hooker, padre de Joseph, futuro gran amigo de Charles; ese interés y esfuerzo le merecieron tener dedicada a su nombre una especie nueva de plantas.

Charles Lyell hijo nació en un otoño particularmente benigno, el 14 de noviembre de 1797, primogénito de una familia en la que hubo 10 hijos: siete mujeres y tres hombres. Al poco tiempo de nacido Charles, la pareja Lyell, Charles padre y su esposa Frances, se desplazó a vivir al sur de Inglaterra en busca de climas menos extremos para la gran

familia que estaba por venir; así, se instalaron en un pequeño poblado cerca de Southampton. Charles aprendió, con la tutoría de sus padres, a leer a los tres años, pero no asistió a la escuela hasta cumplidos los siete, en compañía de su hermano menor, Tom; se trataba de una escuela de mediana calidad en Ringwood, un pequeño puerto de pescadores en el día y de contrabandistas en la noche, cerca de donde los Lyell vivían. Un poco después, decepcionado de la escuela en Ringwood, Lyell padre trasladó a sus hijos a una mejor escuela en Salisbury; sin embargo, Charles hijo no duró mucho tiempo ahí, pues sufrió un ataque de pleuresía y tuvo que regresar a su casa para pasar largas temporadas de cuidado y reposo. Durante estas estancias en su casa, Charles, heredando la afición de su padre por el naturalismo, empezó a recolectar ávidamente mariposas, lo que le ganó considerables burlas y el escarnio de sus amigos y, curiosamente, de su familia, que parecía considerar poco viril la ocupación de perseguir mariposas en un chico ya en su pubertad.

FIGURA III.2. *Colegio Exeter de la Universidad de Oxford.*

De manera que cuando en 1816, a los 19 años de edad, Charles se inscribió en el Colegio Exeter (Exeter College,

figura III.2) de la Universidad de Oxford contaba ya con una vocación definida que cultivaría en parte llevando algunos cursos de entomología y leyendo ávidamente cuanto libro sobre naturalismo cruzaba su mirada; entre éstos, la *Geología* de William Buckland lo impresionó profundamente, en especial lo concerniente a sus especulaciones acerca de la edad de la Tierra, basadas en el conocimiento geológico de la época.

Lo anterior lo motivó a tomar cursos de geología con el mismo Buckland, uno de los geólogos más reconocidos de la época, quien además era clérigo, ocupación no infrecuente en esos tiempos en que estar empleado por la Iglesia anglicana permitía a individuos con otras inquietudes intelectuales no remuneradoras sostenerse económicamente y dedicarse en parte a cultivar disciplinas de índole científica. Buckland, quien no restringió su éxito a sus intereses geológicos, sino que también tuvo notables logros en su carrera eclesiástica (llegó a ser un famoso deán de la abadía de Westminster), ejerció una influencia académica decisiva en la formación del joven Lyell durante su estancia en Oxford. Buckland era notable por su carácter brioso y había logrado cultivarse cierta fama por las numerosas anécdotas que lo describían como un individuo que no reparaba en convencionalismos, tanto acerca de la ciencia como de estándares sociales. De la misma forma que se le ocurría servir a sus huéspedes carne de cocodrilo en el desayuno para «probar si tendría aceptación entre el público inglés», destruía el mito de un «milagro» de algún santo cuya sangre se licuaba periódicamente en el piso de alguna catedral europea, demostrando, por el sencillo método de probar con la lengua, que no se trataba de sangre del santo local sino de la orina de los murciélagos que habitaban la catedral. Es muy posible que esta actitud tan heterodoxa de conducirse acerca de la ciencia por parte de

Buckland haya influido en Lyell para que adquiriera una notable aptitud para comunicar sus ideas científicas no solamente a sus colegas geólogos, sino también al público no especializado.

Cuando todavía era estudiante en Oxford, Charles tuvo la fortuna de realizar un viaje de vacaciones con sus padres y dos de sus hermanas a la zona alpina de Francia, Suiza e Italia, ocasión que aprovechó al máximo para satisfacer su interés por la geología. En este viaje tuvo por primera vez, en Chamonix,la oportunidad de conocer y estudiar en detalle un glaciar. Se maravillaba de los efectos que el hielo perenne produce sobre la roca en la que descansa, al ir rayándola conforme se desplaza, como si tuviera unas garras enormes, produciendo el fino material que se deposita lentamente para conformar la morrena del glaciar. Después de observar el proceso por horas durante el día, Charles también se mostraba sorprendido de la lentitud con que el hielo del frente del glaciar se iba fundiendo, en un perenne ciclo de deshielo y recongelación, para dar origen a las corrientes que posteriormente forman los ríos en esa zona alpina.

Sus memorias del viaje transmiten las impresiones de un joven en constante inquisición del medio que lo rodeaba y con un agudo sentido de observación. Su visita de un verano a los Alpes sembró en él la semilla de dos elementos que a lo largo de su vida resultaron cruciales: su percepción detallada de las características de los procesos geológicos que observaba, particularmente de su lenta pero tenaz acción, y un profundo sentimiento de aprecio por la belleza y la grandeza del paisaje terrestre, paisaje que por el resto de su vida trataría de comprender y de interpretar, contagiando su amor por la naturaleza a quienes profesionalmente tuvieron contacto con él.

El mismo año en que Lyell terminó sus estudios en Oxford (1819) a los 22 de edad, fue admitido como miembro de la Sociedad Linneana (Linnean Society of London) y de la Sociedad Geológica (Geological Society of London). Curiosamente, seis meses después de graduarse en la universidad, Charles se trasladó a Londres, en donde se inscribió en la Escuela de Derecho Lincoln (Lincoln School of Law). Recordemos que era un tiempo en que las profesiones clásicas (derecho, teología o medicina, por ejemplo) representaban el prototipo dominante del interés profesional considerado socialmente aceptable para un joven recién egresado de la universidad. Probablemente Charles, a pesar de su claro interés por la geología, no decidía por qué profesión optar para ubicarse socialmente.

Charles se vio forzado a interrumpir sus estudios de leyes por debilidad visual; durante tres años tuvo que evitar las grandes demandas de lectura que los estudios de leyes le imponían. Esto pudo haber constituido una pérdida para el derecho británico, pero ciertamente demostró ser una enorme ganancia para la ciencia en general y para la geología en particular.

Durante esos tres años, Lyell viajó intensamente, tanto en las islas británicas como en el continente europeo, haciendo numerosas prospecciones geológicas; no obstante, el aspecto más importante de este periodo de sus «vacaciones de la ley» fue la oportunidad de interactuar con dos importantes naturalistas de su época, Cuvier y Humboldt, quienes lo recibieron con frecuencia en sus respectivos hogares y lo invitaron a reuniones de discusión académica con sus colegas franceses y alemanes; sin duda, el intercambio de ideas y experiencias con ellos debió de haber reforzado aún más en Charles su vocación geológica (figura III.3). Al final de este periodo, cuando ya se había recuperado de la vista y podía

leer sin dificultad, regresó a Londres a terminar sus estudios de abogado, profesión que ejerció por un corto lapso en el circuito de jurados de Inglaterra, no tanto porque la profesión le fuera atractiva desde el punto de vista económico, sino porque le servía como fachada para poder dedicarse sin grandes problemas a estudiar geología, evitando las presiones de sus amigos y conocidos.

FIGURA III.3. *Alexander von Humboldt (1769-1859). Geógrafo, naturalista y explorador alemán.*

Sin embargo, poco después Charles decidió resolver de una buena vez esta mezcolanza entre abogacía y geología. En una carta a su hermana, le comenta: «No tengo dudas, por lo que he visto de la vida hasta ahora, de que aquellos que tienen más

independencia son los afortunados que, contando con medios modestos de subsistencia, pueden dedicarse a las actividades científicas y literarias».

A pesar de que su padre tenía una posición económica desahogada, Charles decidió mantenerse por su propio esfuerzo para cubrir los considerables gastos de sus excursiones geológicas. Fue durante este periodo cuando Lyell concibió el desarrollo del libro que revolucionaría el conocimiento geológico de la época y la concepción histórica de nuestro planeta.

Un hoyo con historia

La cuestión central que Charles quería desarrollar en su libro era proponer y documentar profusamente la idea de que los elementos geológicos y topográficos conocidos en sus días sobre la faz de la Tierra no se habían producido en el acto de la Creación, ni se habían generado en un instante, sino que eran el producto de un lento proceso de cambio; que ese proceso no se había detenido y continuaba vigente, y que los elementos modificadores del paisaje en el pasado eran exactamente los mismos que cualquier geólogo o naturalista podía observar y medir en la actualidad.

Sin duda, la anterior se nos puede antojar como una idea obvia y poco controvertida en nuestros días, pero a principios del siglo XIX esta proposición iba justo en contra de las verdades científica y religiosamente aceptadas por un elevado número de geólogos y por el público ilustrado. En consecuencia, Lyell tuvo que recolectar grandes cantidades de material geológico y hacer numerosas observaciones para probar a sus colegas geólogos que su teoría era correcta.

Sus dudas sobre las ideas predominantes acerca de la inmutabilidad de las estructuras geológicas y de que las características topográficas y geológicas de algunas zonas eran el resultado de la acción de eventos catastróficos únicos, como el diluvio universal o una convulsión sísmica que habría afectado a todo el planeta, provenían desde sus años iniciales como estudiante en Oxford. En un periodo de vacaciones, en el verano de 1817, decidió viajar al este de Inglaterra para pasar unos días en la playa, cerca del puerto de Yarmouth, en casa de Dawson Turner, el botánico amigo de su padre (figura III.4). Una mañana, cuando había ido a visitar el puerto, se encontró cerca de la plaza central a un grupo de curiosos que estaban rodeando algo; picado por la curiosidad Charles se acercó y, con unos cuantos codazos estratégicamente colocados, se puso en primera fila, de frente al objeto de tanta curiosidad: un hoyo. Sí, dos trabajadores excavaban en el fondo de un pozo de casi tres metros de profundidad. «Es para instalar la estatua en honor de Nelson», le dijeron. La batalla de Trafalgar acababa de ser ganada por Inglaterra.

FIGURA III.4. *Faro en Rocky Point, puerto de Yarmouth, en Inglaterra.*

Pero ni la hazaña de Trafalgar ni la popular figura de Nelson captaron en ese momento la atención de Charles tanto como el hecho de que en la tersa pared del profundo foso podía distinguir más de dos metros y medio de fina arena de playa *por encima* de una gruesa capa de guijarros que debieron de haber sido acarreados y depositados en el lecho de un viejo río. Esto lo comentó con alguno de los curiosos del pueblo congregados alrededor del foso, quien sin mayor elaboración le replicó que hacía unos 35 años casi no había arena sobre ese lugar. Charles se percató de que el suelo sobre el que se encontraba parado no existía en el pasado; que en menos de 40 años dos metros y medio de arena se habían ido depositando lenta e imperceptiblemente, acarreados desde las dunas circundantes, las cuales consecuentemente deberían también de haber cambiado de forma y tamaño. ¡Él y los demás curiosos alrededor del hoyo estaban parados sobre la historia geológica reciente del lugar! Esta idea era fascinante e iba directamente en contra de lo que había leído en sus libros de geología, que aseveraban que los continentes y los mares, los ríos, las montañas y los demás accidentes geológicos poseían una forma que les había sido dada desde el momento en que se había originado la Tierra (en un acto de «creación»), o bien que habían sido modificados y adquirido su apariencia actual por un acontecimiento catastrófico único que no se había repetido en la historia, es decir, algo como el diluvio universal.

Charles volvió excitado a la casa de los Turner, en la que se hospedaba; hacía cálculos de la tasa de deposición anual de arena en la playa de Yarmouth («dos metros y medio en, digamos, 40 años, debe ser igual a unos seis centímetros por año…»); especulaba sobre las diferencias de altura de las dunas, pero sus cálculos lo llevaban a concluir que las dunas deberían de reabastecerse de arena de algún otro lugar…

¡seguramente de la del fondo del mar, acarreada por las olas hacia la playa! Siguió explorando la idea. Unos días después visitó los alrededores de Norwich, la capital de Norfolk, que se encuentra alejada de la playa unos 25 km en línea recta, y descubrió que Norwich debería de haber sido un puerto en el pasado, pero que por el efecto de azolve del río Yare, que cruza la ciudad y desemboca en el mar, se fueron produciendo barras de sedimentos que extendieron la tierra firme, alejando a Norwich de la orilla del mar; la observación le demostró que este proceso de azolvamiento en la boca del río estaba ocurriendo todos los días. Una breve búsqueda en la biblioteca de la ciudad confirmó sus sospechas acerca de la antigua ubicación de Norwich.

Ya para este momento, Charles estaba irremediablemente imbuido de la pasión por el descubrimiento de los procesos geológicos y formalmente convencido de que los factores causantes del cambio en las estructuras terrestres no eran los eventos cataclísmicos irrepetibles, sino mecanismos tales como la acción diaria de las relativamente modestas pero incesantes fuerzas del viento, el agua, etcétera.

Lyell se había propuesto ofrecer a la humanidad otra visión de la historia geológica de la Tierra y estaba dispuesto a demostrarlo. Pero también había aprendido una lección que fue fundamental en el desarrollo de sus ideas: para entender las cosas en forma cabal *tenía que ir al campo a observar directamente*. En una carta a su padre le comenta: «… estoy convencido de que la información local obtenida a través de la observación personal beneficia más a la historia natural y a la ciencia que todas las especulaciones y compilaciones contenidas en libros voluminosos». Aparte de rechazar el dogmatismo de sus colegas, Charles había decidido ejercitar el menospreciado método de la experiencia directa, del uso del sentido común, y de escuchar y hablar con la gente de los

lugares que visitaba. Algunas de sus observaciones acerca de los procesos geológicos que estudiaba no eran necesariamente originales, pues cualquier otro geólogo o naturalista pudo haberlas hecho antes, pero sin comprenderlas ni interpretarlas como Lyell lo hacía.

Con el fin de obtener las pruebas que requería para proponer otra visión de la historia geológica, Charles emprendió numerosos viajes; para ello se asoció inicialmente con un reconocido geólogo, también de origen escocés: sir Roderick Murchison, con el que recorrió algunas partes de Europa para estudiar procesos volcánicos, hidrológicos, mecanismos de erosión, etc., y describir la forma en que las corrientes de agua excavan sus propios cursos, incluso a través de roca volcánica, con el paso del tiempo. Fue en este periodo cuando Charles visitó también el sur de Italia y Sicilia, realizó su meticuloso estudio de la vulcanología y sedimentología del Etna y tuvo el ya referido encuentro con el *dottore* Gemellaro. En ese viaje, que constituyó una experiencia especialmente importante para él, llegó a estimar que muy lentamente, pero en forma constante, el sur de Italia y Sicilia habían emergido del nivel del mar unos 1300 metros. También detectó en Sicilia una continuidad entre la fauna actual del Mediterráneo y sus ancestros fósiles preservados en la roca, lo que le llevó a pensar que las condiciones ambientales en las que ambas faunas se desarrollaban o se habían desarrollado debieron de haber sido muy similares. Por lo tanto, las condiciones en épocas geológicas antiguas deben de haber sido esencialmente análogas a las que entonces se podían apreciar en la superficie de la Tierra, y las fuerzas que generaron los cambios geológicos presumiblemente resultaron de procesos similares a los que tienen lugar en el presente.

A su regreso a Inglaterra, Charles se dedicó a darle forma a su libro, a presentar sus puntos de vista ante sus colegas de la Sociedad Geológica y, por supuesto, a defenderse de sus ataques. El primer volumen de los *Principios de geología* lo publicó John Murray en julio de 1830 y causó sensación de inmediato. Las ideas de Lyell acerca de las características de los procesos geomorfológicos, es decir, los que van modelando el paisaje de una región, encontraron una crítica despiadada incluso de personas como Buckland, que habían sido maestros suyos. Por ejemplo, sus colegas rechazaban sus ideas acerca de la formación de los lechos de los ríos, sosteniendo que ningún río pudo, en tiempos históricos, haber profundizado su cauce siquiera medio metro. Afirmaban que el río Támesis, que atraviesa Londres, tendría fuerza quizá solamente para arrastrar la cabeza de un alfiler. ¡Seguramente si hubieran conocido la Barranca del Cobre, en Chihuahua, habrían pensado de forma diferente!

Sin embargo, las pruebas presentadas por Lyell y sus seguidores fueron tan abrumadoras que los geólogos opuestos a él y que atribuían a fenómenos cataclísmicos, como un diluvio universal, las características geológicas y topográficas actuales de la superficie terrestre tuvieron que acabar por rechazar del todo la ya de por sí desacreditada proposición de la edad de la Tierra del obispo Ussher, y aceptaron que «había que dudar y dejar de dogmatizar» respecto al diluvio de Noé y sus efectos sobre la Tierra. En referencia a los catastrofistas, a los que consideraba simples especuladores, Lyell creó una de sus más famosas metáforas: «… vemos el antiguo espíritu de la especulación resucitado y un deseo manifiesto de cortar, más que desatar pacientemente, el nudo gordiano».

A su regreso de un viaje a los Pirineos, en 1831, Charles se dedicó a escribir el segundo volumen de los *Principios,* el cual fue publicado en enero de 1832. En este volumen dedica atención a los cambios que deben de haber ocurrido en los organismos durante el tiempo geológico. Hace notar el proceso por el cual los organismos más antiguos van siendo remplazados por otros más modernos en los estratos geológicos recientes, lo que produce una continuidad en el registro fósil. Lyell también hace notar, en este segundo volumen, que todas las especies de mamíferos que se encontraban sobre la Tierra cuando la fauna actual de moluscos se había establecido desaparecieron totalmente; lo anterior indicaba que los mamíferos, más susceptibles a las modificaciones ambientales, se extinguían más rápidamente que los moluscos.

Lyell le dio importancia en su segundo volumen al problema de las extinciones y a su significado en lo que se refiere a la presencia y la distribución de las especies. Para Lyell, cada especie dependía de la existencia de una combinación de condiciones físicas de su ambiente, las cuales son alteradas por los procesos geológicos tanto en una escala local como en una más regional. Como resultado de estos cambios, las áreas más propicias para la presencia de una especie podrían variar de tamaño y de ubicación, lo cual produciría las modificaciones consecuentes en la distribución de las especies. Las alteraciones de las condiciones físicas también traerían como resultado variaciones en la disponibilidad de recursos y alimentos para las especies, con lo que se podrían generar condiciones severas de competencia, lo cual determinaría la desaparición local de algunas especies, desencadenando posibles desapariciones de grupos de especies interrelacionadas. Lyell ofrecía así una imagen del mundo orgánico como un sistema en equilibrio

dinámico, que se transformaba en la medida en que ese equilibrio se modificara.

Como resultado de lo anterior, Lyell inició una crítica de las ideas de Lamarck, ya que el naturalista francés proponía que las especies tenían una capacidad infinita de adaptación a los cambios ambientales, por lo que no era posible pensar en extinciones. Basándose en los datos de observación disponibles sobre la distribución de las especies, Lyell sugirió que éstas se originan en centros muy bien definidos a partir de los cuales se distribuyen, y que las áreas de distribución están delimitadas por barreras geográficas de diversos tipos.

A pesar de introducirse de esta manera tan original e innovadora en el problema de las especies y su distribución, que ahora llamamos biogeografía, Lyell nunca prosiguió más profundamente sus ideas al respecto, ni ofreció tampoco explicación alguna del origen de las especies.

En 1831, el Colegio del Rey (King's College) de la Universidad de Londres le ofreció, en la primavera de 1832, el puesto de profesor de geología. Lyell impartió su primer curso, abierto al público en general, el cual asistió nutridamente a las clases. Un poco después, el 12 de julio del mismo año, Charles Lyell contrajo matrimonio con la hija de su maestro y colega geólogo Leonard Horner; Mary Elizabeth Horner tenía 23 años, una docena menos que Charles en el momento de casarse con él. La boda tuvo lugar en Bonn, Alemania, y después de la luna de miel (combinada con exploraciones geológicas) la nueva pareja Lyell instaló su domicilio en la calle Hart, en Londres. Mary era una mujer atractiva, muy inteligente, que hablaba con fluidez varios idiomas y tenía un gran interés por la malacología (el estudio de los moluscos y sus conchas). Le ayudó consistentemente a

Charles como secretaria, fundamentalmente debido a los problemas de la vista de los que su marido sufrió toda la vida.

Un reloj de conchas

Lyell no se limitó a la descripción de los aspectos meramente físicos de los fenómenos geológicos que estudiaba; por el contrario, su interés siempre cubrió, en forma generalmente pionera, aspectos relacionados con los organismos que aparecían y desaparecían de los estratos geológicos en los que hacía sus estudios. En su tercer volumen de los *Principios*, publicado en 1833, dedica atención a estos aspectos y, basándose en sus prolijas observaciones, particularmente de organismos marinos, Lyell propone escalas temporales geológicas que aún se respetan.

El método que Lyell usó para determinar las edades y las posiciones relativas de los estratos del Terciario, es decir, de hace unos 60 millones de años, resulta fascinante. Stephen J. Gould, un famoso paleontólogo moderno (además de excelente divulgador de la ciencia) recién fallecido, que trabajaba en el Museo de Zoología Comparada de Harvard, usa un ejemplo brillante para describir cómo Lyell pudo calcular la edad relativa de organismos de los que desconocía su momento de origen en la historia de la Tierra. Imaginemos que tenemos una bolsa en la que caben solamente 1000 frijoles; cada frijol, que representa a una especie animal o vegetal, es diferente de los demás por una marca especial (digamos una firma distinta). Además, añadimos frijoles a la bolsa a una tasa constante (por ejemplo, de un frijol nuevo cada dos minutos), lo que implica necesariamente que tenga que salir un frijol, en forma aleatoria, de la bolsa cada dos

minutos para mantener el número constante de 1000. Podemos distinguir cada frijol como diferente de los demás, pero no su «edad», es decir, el momento en que entró a la bolsa.

Si hacemos un experimento que consiste en seguir el proceso anterior de reposición de frijoles por dos o tres días, habrá un remplazo de frijoles originales por nuevos cada dos minutos, de manera que, por simple probabilidad, existirán muchos menos de los frijoles originales que de los nuevos. Supongamos que el último día del experimento sacamos, a intervalos de seis horas, cuatro fotografías del contenido de la bolsa que permitan observar todos los frijoles presentes. Supongamos que olvidamos marcar en cada negativo fotográfico la hora a la que se obtuvo y que éstos se revuelven. Nos enfrentamos entonces a un problema: ¿cómo ordenar las cuatro fotografías en la secuencia en que fueron tomadas? Para resolver el problema se nos permite ver el contenido de la bolsa al final del experimento, esto es, observar los frijoles presentes seis horas después de que la última fotografía fue tomada.

Consideremos que durante el último día del experimento se introdujeron 720 nuevos frijoles a la bolsa —al ritmo de uno cada dos minutos— y que otros tantos debieron ser extraídos aleatoriamente de ella. Al abrir la bolsa al final del último día, la mayoría de los frijoles que contiene habrán sido añadidos durante ese mismo día (aunque no queden todos los 720, ya que algunos pudieron haber sido sacados de la bolsa por efecto del azar). Según las reglas del experimento, no hay forma de saber la «edad» de los frijoles; sin embargo, si comparamos cada una de las cuatro fotos (cuya «edad» o momento en que fueron tomadas también desconocemos) con la mezcla de frijoles que se encuentra en la bolsa al final del experimento, podremos saber cuáles fotos poseen un

mayor número de frijoles iguales a los de la bolsa. En consecuencia, simplemente guiados por la proporción de frijoles iguales entre las fotos y la bolsa sabremos la edad de las primeras: las fotos más recientes compartirán un número mayor de los frijoles que habría al término del día en la bolsa; las fotos más viejas tendrán una mayor proporción de los frijoles originales y, consecuentemente, se parecerán menos a la composición final de frijoles en la bolsa.

Lyell calculó la edad de la época Terciaria por un sistema muy similar al anterior, y desarrolló con ello lo que podríamos describir como la paleontología estadística, la cual revolucionaba por completo cualquier metodología y forma de pensar acerca del análisis del tiempo geológico en la época (figura III.5). Usando conchas de moluscos vivos, Lyell comparó su similitud con las conchas fósiles que encontró en diferentes estratos geológicos. Recurrió al uso de las conchas de moluscos por las sencillas razones de que eran abundantes en las rocas que estudiaba, que se conservaban en muy buen estado para reconocerlas y que, en adición, contaba con la ayuda especializada de un taxónomo que podía reconocer precisamente las diferentes especies de moluscos. Así, Lyell dividió el Terciario en cuatro etapas (como si fueran las cuatro fotografías de nuestro experimento) en función de la proporción de conchas de moluscos vivientes representados en los estratos: el Eoceno, de hace 55 millones a 38 millones de años, contenía alrededor de 3 % de las especies vivas; el Mioceno, de hace 27 millones a 12 millones de años, representaba alrededor de 20 %; el Plioceno inferior, de hace 12 millones a seis millones de años, contenía entre 30 y 50 %, y el Plioceno superior, de hace seis millones a tres millones de años, incluía cerca de 90 % de las especies vivas. Obviamente, Lyell estaba estudiando los estratos geológicos más jóvenes de la historia de la Tierra, que abarcan desde la extinción masiva

de los dinosaurios hasta la aparición de los primeros homínidos. Para completar la descripción de estas épocas, Lyell conformó una tabla ilustrada que contenía conchas fósiles típicas de cada época.

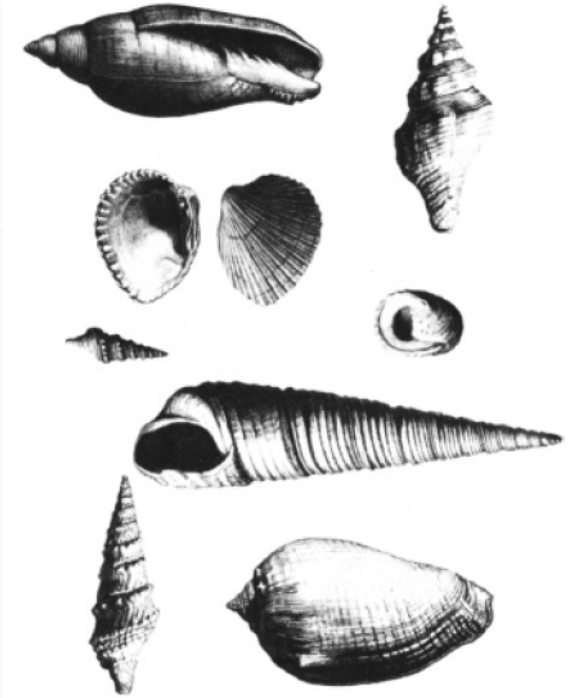


FIGURA III.5. *Moluscos del Mioceno usados por Lyell para determinar el Terciario.*

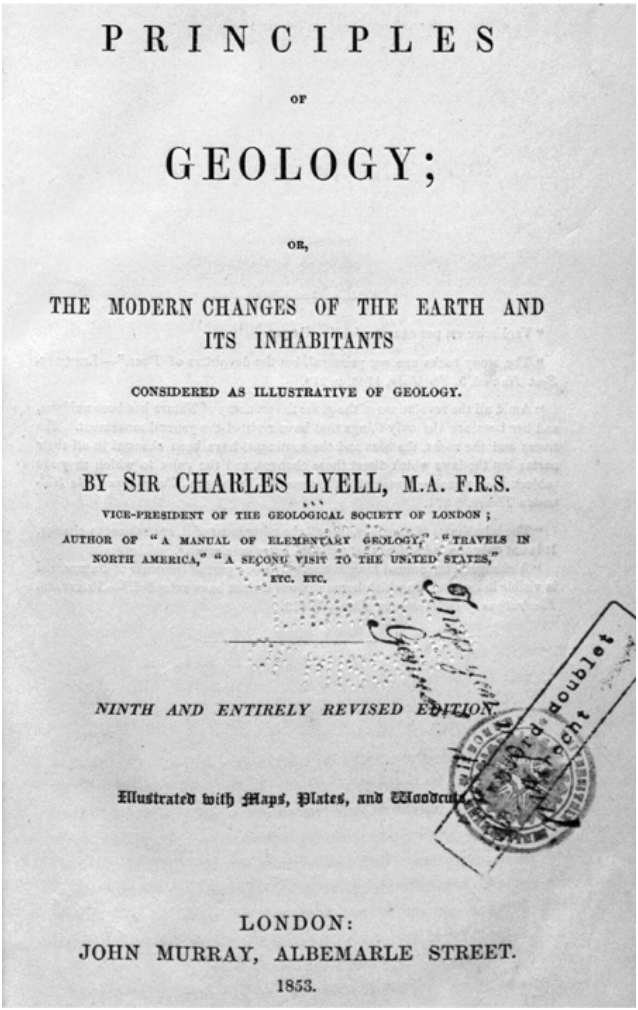
Lyell fue siempre muy cauto respecto a su método de fechamiento y evitó darles a las divisiones del tiempo geológico demasiada importancia, ya que las consideraba divisiones artificiales, inventadas por los geólogos con fines netamente pragmáticos, por lo que no representan en forma alguna interrupciones nítidas y bien definidas en la continua historia del mundo orgánico.

Durante uno de sus viajes a los Estados Unidos, Lyell calculó la tasa de recesión de las cataratas del Niágara, es decir, la velocidad a la que se desgasta la cresta por donde cae el agua, e hizo estudios pioneros en los estados de Virginia y

Misisipi acerca de los procesos de transformación de carbón vegetal y materia orgánica en combustibles fósiles (carbón y petróleo).

Siempre ha llovido igual

El primero de los tres volúmenes del libro de Lyell titulado *Principios de geología* o *los cambios modernos de la Tierra y sus habitantes* se publicó en 1830, cuando Charles tenía 33 años (figura III.6). Fue seguido por el segundo dos años después y por el último en 1833. El libro fue un éxito rotundo y tuvo 12 ediciones en los siguientes 45 años, durante los que su autor se dedicó a obtener más y nueva información para mejorar cada edición. Algunos de los elementos centrales del libro eran síntesis de ideas que ya habían sido propuestas, al menos parcialmente, por otros geólogos como Thomas Hutton, también de origen escocés, autor de *La teoría de la Tierra*, en 1785, y cuyas ideas resultaron demasiado innovadoras para ser aceptadas por los geólogos de esa época. Lyell hizo el debido reconocimiento a la paternidad de Hutton de las ideas centrales del uniformitarismo, término con que se conocía a la teoría que sintetizaba los principios propuestos por Lyell, las cuales establecieron una sonada polémica con los geólogos «clásicos» de la época, que formaban la corriente de pensamiento denominada de los catastrofistas o diluvianistas.



PRINCIPLES

OF

GEOLOGY;

OR,

THE MODERN CHANGES OF THE EARTH AND ITS INHABITANTS

CONSIDERED AS ILLUSTRATIVE OF GEOLOGY.

BY SIR CHARLES LYELL, M.A. F.R.S.

VICE-PRESIDENT OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON;

AUTHOR OF "A MANUAL OF ELEMENTARY GEOLOGY," "TRAVELS IN NORTH AMERICA," "A SECOND VISIT TO THE UNITED STATES," ETC. ETC.

NINTH AND ENTIRELY REVISED EDITION.

Illustrated with Maps, Plates, and Woodcuts.

LONDON:

JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.

1853.

FIGURA III.6. *Portadilla del libro* Principios de geología, *de Lyell.*

Mediante el uniformitarismo, Lyell trataba de explicar, como lo describió en el subtítulo de su obra («Un intento para explicar los cambios iniciales de la superficie de la Tierra en relación con las causas operantes en el presente»), los fenómenos geológicos por medio de causas que podían observarse en el presente y que habían sido siempre uniformes. Por uniformidad de las causas Lyell entendía no solamente que los mismos agentes geológicos, como la lluvia y las corrientes fluviales, los terremotos o la actividad

volcánica, habían operado en el pasado como lo hacían en el presente, sino también que la frecuencia y la intensidad de la acción de esos agentes nunca habían variado. Su visión del pasado era la de una infinita variación sin sentido alguno, de una incesante repetición de procesos de emersión y erosión de continentes. En congruencia con esta visión, Lyell negaba que la geología pudiera demostrar un proceso de cambio de la superficie terrestre con cierta dirección, o a partir de un estado inicial sustancialmente diferente del presente.

La concepción de Lyell acerca de la uniformidad de los procesos geológicos se puede resumir, de acuerdo con Rudwick, en cuatro puntos:

1. Uniformidad de las leyes. Las leyes naturales son constantes en el tiempo y en el espacio; éste es un requisito indispensable para extender inferencias inductivas hacia un pasado que ya es inobservable.

2. Uniformidad de los procesos. Si un fenómeno del pasado puede ser explicado por un proceso que ocurre en la actualidad, no hay necesidad de «inventar» una causa nueva para explicarlo. Esta idea se conoce como actualismo, es decir, la explicación del pasado por causas actualmente en operación.

3. Uniformidad de la intensidad de cambio, o gradualismo. El proceso de cambio es lento y acumulativo; los fenómenos de gran escala, como la elevación de una cadena montañosa, se producen por la acumulación lenta y constante de cambios casi insensibles y a lo largo de grandes periodos.

4. Uniformidad de estado. La historia de la Tierra no sigue un curso determinado; nuestro planeta siempre se ha comportado y ha lucido en forma muy similar a como lo hace en el presente, y se encuentra en un estado de equilibrio estable, por lo que no solamente podemos extrapolar al

pasado leyes, procesos y tasas de cambio, sino también el orden actual de las cosas; en otras palabras, ninguna época en el pasado fue más o menos rica en cambios y accidentes geológicos que el presente. Esto último tiene un componente de percepción de la escala de tiempo que complica mucho su interpretación, pero desde luego sabemos que se han presentado fases de mucha más actividad de fenómenos geológicos en el pasado que las que vemos en la actualidad en la faz de la Tierra. Un ejemplo de lo anterior es la hipótesis propuesta por Louis y Walter Álvarez, físicos de la Universidad de California, sobre la extinción de la mayoría de los dinosaurios debida al impacto de un cometa o asteroide contra la Tierra, que habría cambiado bruscamente las condiciones atmosféricas de nuestro planeta causando la desaparición masiva de los reptiles que lo dominaban. La proposición de que objetos celestes pudieran haber afectado las condiciones en la Tierra no es original de los Álvarez; Lyell criticó acremente en su tiempo a un tal William Whiston, quien sugería que los cometas podrían haber tenido efectos sobre la Tierra modificando sus condiciones geológicas.

Un aspecto particularmente importante de las ideas sostenidas por Lyell en el uniformitarismo fue su intento de extender estos principios más allá del ámbito estricto del tipo, intensidad y variabilidad de las fuerzas geológicas. Se negaba a aceptar cualquier proceso de desarrollo sucesivo de la vida animal y vegetal sobre la Tierra y de su transformación a estados más avanzados. Esta refutación resultaba necesaria en la argumentación de Lyell para descartar la posibilidad de que la paleontología sugiriera la existencia de épocas en que la vida en la Tierra no hubiera existido o fuera incipiente, lo cual implicaría inescapablemente condiciones geológicas radicalmente diferentes de las conocidas en el presente. En el pensamiento de Lyell los mamíferos podrían haber existido

desde el inicio de la vida en la Tierra y su explicación de por qué no se encontraban en los depósitos fósiles más antiguos era simplemente porque los paleontólogos aún no agotaban la exploración de esos estratos geológicos.

Por otro lado, los catastrofistas o diluvianistas, declarados opositores de las ideas de Lyell, fueron encabezados primero por Adam Sedgwick, el connotado geólogo que instruyó al joven Darwin en su campo; después por William Whewell, matemático interesado en procesos geológicos, y posteriormente por Murchison, quien era amigo personal de Lyell y había sido su colaborador en numerosas exploraciones geológicas. Su ataque a las ideas de Lyell se concentraba en dos puntos. Primero, insistían en que las fuerzas geológicas en el pasado habían sido de gran magnitud, particularmente en épocas en las que las discontinuidades de los estratos sugerían la existencia de enormes fuerzas puestas en acción repentinamente aun por influencias sobrenaturales o divinas. Segundo, sostenían que la Tierra se había desarrollado gradualmente desde un estado primitivo, probablemente de roca fundida, hasta su presente condición, estable y pacífica. En particular, proponían que en el mundo orgánico el arribo al presente estado de cosas había sido gradual y que había ocurrido un desarrollo progresivo de las estructuras orgánicas.

Al conocer los puntos de vista de un bando y del otro, es difícil no llegar a la conclusión de que Lyell, el revolucionario cuestionador de las ideas aceptadas dogmáticamente por los geólogos clásicos en lo referente a la naturaleza de los procesos físicos que conforman la geología, resultaba, en comparación con los catastrofistas, extremadamente conservador y hasta francamente antievolucionista en lo que se refería a su visión de los procesos de transformación, tanto del mundo físico como del biológico. La necesidad de

interpretar toda una serie de fenómenos de manera que se conformaran a su idea de la inmutabilidad de los procesos geológicos lo llevó a distorsionar y a no comprender adecuadamente los fenómenos biológicos que inicialmente describió de manera tan original.

Lyell se refirió con frecuencia al fenómeno de la lucha por la existencia a la que se enfrentaban los animales y las plantas, así como a los efectos que los cambios ambientales tienen en la adaptación de los organismos. Sin embargo, no solamente no pudo relacionarlos con el proceso evolutivo, sino que los empleó para sacar la conclusión equivocada de que el progreso de las especies, es decir, la evolución orgánica, no puede ocurrir. En un párrafo de sus *Principios*, Lyell señala: «Es ocioso discutir acerca de la posibilidad abstracta de la conversión de una especie en otra, dado que hay causas, de naturaleza mucho más activa, que deben intervenir e impedir que tales conversiones ocurran».

No hay duda de que la controversia entre los proponentes del uniformitarismo y del catastrofismo fue más compleja que la mera confrontación de opiniones respecto a la naturaleza de las fuerzas físicas que modelaban los eventos geológicos. Existía una diferencia mucho más profunda, incluso de naturaleza filosófica, que nunca llegó realmente a dirimirse entre los geólogos. La contribución de Darwin, con su concepto de la evolución del mundo orgánico, fue la que finalmente resolvió esta controversia, que por otro lado se iba haciendo cada vez menos marcada con el paso de los años, gracias a que uno y otro lados aportaban nuevos datos y observaciones y resolvían las diferencias, debidas más bien a la escasa información.

Lyell no se restringió al uso de sus propios datos en la redacción de las sucesivas ediciones de sus *Principios*; también recurrió al uso de la cada vez más abundante literatura geológica y naturalista que, en buena parte, había sido estimulada por sus propias ideas. Un contribuyente notable de las nuevas ediciones de su libro fue Charles Darwin, quien había hecho aportaciones particularmente importantes al conocimiento de los procesos geológicos de América del Sur, en especial de Argentina y Chile. Lyell recogió las observaciones de Darwin sobre el devastador terremoto de febrero de 1835 en Chile, que produjo una súbita elevación de la costa chilena hasta de un metro sobre su antiguo nivel.

La relación personal entre Lyell y Darwin trascendió del nivel profesional al de una cálida amistad, particularmente entre 1837 y 1841; de hecho, la única casa que Darwin visitaba en sus infrecuentes viajes a Londres era la de los Lyell, siempre para desayunar. Aunque la influencia e inspiración de Lyell sobre Darwin fue fundamental al principio de su vida académica, los intercambios epistolares y personales, sostenidos por un largo tiempo, enriquecieron notablemente el acervo de conocimientos de ambos. Lyell fue siempre un defensor decidido de Darwin, aunque no por esto ni por la relación de amistad que mantuvieron aceptó del todo sus ideas acerca de la evolución orgánica mediante la selección natural. El obstáculo conceptual más serio que Lyell opuso para apoyar sin reservas el darwinismo fue su renuencia a aceptar que el linaje humano estuviera relacionado con los primates. No obstante lo anterior, y gracias al empeño de Darwin, Lyell acabó por convertirse de lleno a la idea de la

progresión orgánica; en el libro en el que refiere sus ideas sobre la historia de la humanidad (*Sobre las pruebas geológicas de la antigüedad del hombre*, 1862), así como en la última edición de los *Principios*, Lyell reconoce la «teoría del desarrollo progresivo de la vida orgánica» y propone su compatibilidad con la constancia de las leyes de la naturaleza y con la capacidad de extrapolar al pasado los procesos naturales del presente.

La ciudad siempre ha estado aquí

Aparte del rigor científico y la tenacidad con los que Lyell documentaba y sostenía sus puntos de vista, su capacidad para comunicar sus hallazgos geológicos en forma llana fue muy importante para que sus ideas tuvieran amplia aceptación en la sociedad de aquella época. Escribía con pocos tecnicismos, usando un lenguaje sencillo, de forma que todo el público entendiera lo que deseaba comunicar. En una carta a un amigo, redactada cuando aún no terminaba el manuscrito de la primera edición de los *Principios,* le comentaba: «Voy progresando despacio, pero enteramente a mi gusto. Cuánto más difícil resulta escribir para el público general que para el mundo científico; a pesar de esto, al menos la mitad de nuestros sabios piensan que escribir popularizando la ciencia es un acto de condescendencia que no están muy preparados a realizar». Siempre que podía ilustraba sus ideas con datos o ejemplos que fueran del conocimiento de sus lectores y recurría a formas literarias para ayudar a transmitir una idea o un hecho complejo. Reproduciré a continuación una famosa alegoría (a la que era afecto dado su interés didáctico) contenida en sus *Principios*,

la cual resume no solamente la idea central del uniformitarismo, sino también y en forma filosófica algunos de los obstáculos mentales que limitan la visión humana del universo y de la naturaleza que lo rodea.

En la alegoría Lyell se describe a sí mismo como un longevo personaje y relata:

> En una ocasión pasé por una bella y populosa ciudad y pregunté a uno de sus habitantes cuántos años hacía que la habían fundado. Me contestó: «Ciertamente es una gran ciudad, pero no sabemos hace cuánto se fundó y nuestros ancestros tampoco lo saben; siempre ha estado aquí».
>
> Cinco siglos después volví a pasar por el mismo sitio, pero no pude encontrar rastro alguno de la bella ciudad. Le pregunté a un pastor que se encontraba recogiendo forraje si sabía cuándo había sido destruida la ciudad. «Vaya pregunta la suya —me contestó—; este sitio siempre ha sido una pradera en la que pastan vacas, como usted lo ve ahora; nuestros padres y antepasados nunca nos han hablado de que existiera en este lugar la bella ciudad a la que usted se refiere».
>
> Volví a pasar por el mismo sitio cinco siglos después *y me encontré que estaba cubierto por el mar*; a la orilla había unos pescadores a los que pregunté azorado hacía cuánto que el mar había cubierto la espléndida pradera que ahí había. «¿Pradera? —me preguntaron—. Vamos, vamos, una persona respetable como usted no debería estar haciendo ese tipo de preguntas; el mar ha cubierto este sitio desde los tiempos más remotos».
>
> Otro medio milenio después tuve la curiosidad de visitar nuevamente el mismo lugar para encontrar entonces que el mar había desaparecido y que un viajero esperaba a la orilla del camino; le pregunté al viajero si sabía hacía cuánto que había ocurrido el cambio de paisaje. Su respuesta fue similar a las anteriores. Finalmente, después de un lapso igual, regresé al mismo sitio para encontrarme de nueva cuenta una ciudad, más grande y bulliciosa que la primera que había visto un par de milenios antes; al tratar de inquirir sobre la antigüedad de la ciudad, recibí la siguiente respuesta: «Ciertamente es una gran ciudad, pero no sabemos hace cuánto se fundó y nuestros ancestros tampoco lo saben; siempre ha estado aquí».

Otros aspectos, aparte de los estrictamente geológicos y paleontológicos, atrajeron la atención de Charles Lyell. Entre 1860 y 1861 estudió los datos acerca de la existencia del hombre primitivo en Europa, lo que lo motivó a publicar al año siguiente su libro *Sobre las pruebas geológicas de la antigüedad del hombre*. En este libro Lyell presenta el estado de conocimiento hasta ese momento acerca de la prehistoria del hombre, basándose en información proveniente de los hallazgos de herramientas de piedra y de varios metales; asimismo, dedica especial atención al descubrimiento, en 1856, de un esqueleto humano en la cueva Feldhofer del valle del Neanderthal, río tributario del Rin, en Alemania. Lyell argumenta que si el hombre actual se deriva de un ancestro común, el proceso debe de haber llevado mucho tiempo para permitir el desarrollo de las diversas razas que se conocen en la actualidad, tales como la mongólica, la negra o la caucásica. Aunque Lyell comenta en este libro las ideas de Darwin y Wallace acerca de la evolución, aceptándolas como una clara explicación de una serie de fenómenos biológicos hasta entonces inexplicados, no toma posición personal alguna respecto a las ideas sobre la selección natural, y menos aún hace referencia a que el hombre pudiera tener un ancestro común con otros animales, idea que por mucho tiempo le pareció inaceptable.

Sin embargo, en la décima edición de sus *Principios*, que se publicó un par de años después del homenaje que la Real Sociedad le hizo a Darwin en 1864 al otorgarle la Medalla Copley, Lyell modificó varias partes de su obra para adecuarla a las ideas de Darwin, que finalmente había acabado por aceptar (figura III.7). Sus capítulos sobre la distribución geográfica de las especies utilizan la teoría de Darwin como la única explicación posible de los fenómenos biogeográficos. La

décima edición fue la final, y la mejor, que Lyell pudo hacer de su monumental obra.

FIGURA III.7. *La Medalla Copley de la Royal Society, Londres.*

FIGURA III.8. *Abadía de Westminster, Londres.*

La etapa final de la vida de Lyell transcurrió en forma por demás favorable; aparte de sus problemas con la vista, nunca tuvo limitaciones físicas para su trabajo. Además de contar con una posición económica holgada, en parte por la fortuna heredada de su padre y en parte por los beneficios que la venta exitosa de sus libros le aportó, su vida familiar fue siempre feliz. Lyell se ganó, tozudamente, una reputación de rehuir puestos directivos o responsabilidades administrativas en las sociedades a las que pertenecía, con excepción de su muy querida Sociedad Geológica, en la que sirvió un periodo como presidente. Siempre fue su propio jefe, ya que nunca aceptó un cargo pagado en alguna institución de enseñanza o investigación. Los honores por parte del gobierno británico no le fueron escamoteados. En 1848, a los 51 años, recibió la investidura de caballero, convirtiéndose en sir Charles Lyell. La Real Sociedad le otorgó la Medalla Copley y la Medalla Real, y la Sociedad Geológica (Geological Society of London) le impuso la Medalla Wollaston. En 1864 fue electo presidente de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia (British Association for the Advancement of Science) y recibió un título nobiliario por parte de la reina Victoria.

Hacia el final de la década de los sesenta, Lyell empezó a perder aceleradamente la vista y a tener una salud muy quebrantada. Fuertemente afectado por la repentina muerte de su esposa, Mary, su compañera fiel y dedicada a lo largo de 40 años, acaecida el 25 de abril de 1873, Charles muere el 22 de febrero de 1875 después de una enfermedad que lo mantuvo postrado varios meses en su casa de la elegante calle Harley en Londres.

Charles Lyell fue enterrado con todos los honores en la abadía de Westminster (figura III.8). En ese momento ingresaba a la profundidad de la escala temporal que había

contribuido a establecer en el pensamiento científico, y finalmente social, de su tiempo.

La reputación de Lyell, así como la de Darwin, sufrió altibajos después de su muerte, particularmente cuando lord Kelvin, el famoso físico inglés, propuso, basado en cálculos de la velocidad de enfriamiento de la Tierra, que ésta no podía tener más de 25 millones de años (figura III.9). La elegancia y la aparente infalibilidad de los métodos físicos usados por Kelvin atrajeron la atención de muchos científicos, e incluso de geólogos, quienes empezaron a resucitar los ya superados conceptos del catastrofismo. Sin embargo, Kelvin había puntualizado al hacer sus cálculos que éstos serían inválidos si existiese alguna fuente constante de calor en el interior de la Tierra. Aunque Lyell había sugerido que tal fuente debería existir para mantener la actividad ígnea de los volcanes, esto no fue verificado hasta el descubrimiento, debido a Ernest Rutherford, de la radiactividad, al inicio del siglo XX, cuando demostró la existencia de una fuente interna de calor en la Tierra. Basándose en esta nueva información, los físicos hicieron cálculos que les permitieron determinar la edad de la Tierra en por lo menos 4000 millones de años, un tiempo aún más *profundo* del que Lyell había postulado como requisito para que tuvieran lugar los procesos de evolución geológica que él había propuesto como moldeadores de la Tierra y de la vida sobre ella.

No todas las proposiciones de Lyell resultaron correctas. Su teoría de que los monolitos fueron siempre transportados por icebergs resultó errónea, ya que generalmente son transportados por el lento movimiento de los glaciares. Su sobrestimación de la fuerza erosiva del mar ha sido también desautorizada, al igual que su insistencia en la inmutabilidad de las especies. No obstante, incluso en aspectos en los que estaba equivocado, Lyell siempre usó una secuencia de

razonamientos muy estricta, y se mostró abierto a aceptar nuevas ideas y a corregir las propias, comportamiento difícil de observar en otros científicos.

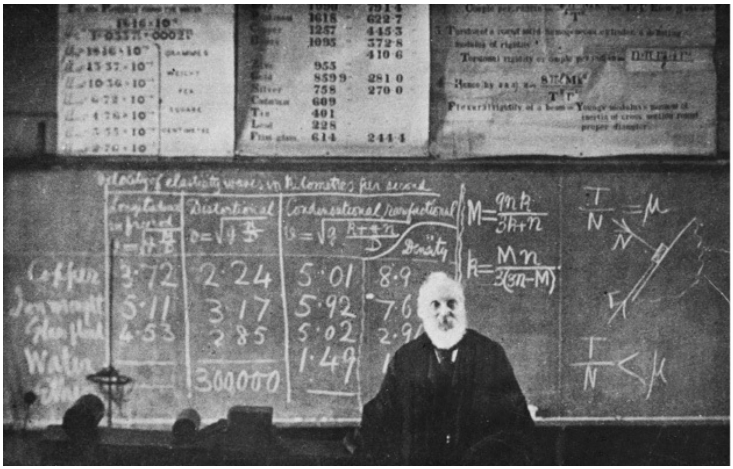


FIGURA III.9. *William Thomson, primer barón Kelvin (1824-1907). Físico y matemático irlandés.*

La aportación más importante de Lyell fue el establecimiento de la geología como ciencia, lo cual logró gracias al uso de la disciplina más estricta y el razonamiento más riguroso, con lo que redujo a un mínimo su enorme carga anecdótica y especulativa. Sus criterios básicos sobre las causas de los procesos geológicos se mantienen en la actualidad con la misma fortaleza con que fueron propuestos en su tiempo. Sus bases de analogía entre las condiciones ambientales que operan en el presente y las del pasado sentaron los cimientos para el desarrollo de la paleoecología.

Con lo anterior, Lyell logró algo más importante: introdujo un nuevo concepto de la escala temporal, algo que antes resultaba simplemente inconcebible. Charles Lyell provee a la ciencia de su momento del concepto de tiempo *profundo*, escala temporal que rebasó desde luego cualquiera de las escalas en uso en el ámbito cognoscitivo de su época; era una escala que el hombre nunca había tenido posibilidad de

imaginar y menos aún de sondear en su contexto empírico, o en el de su marco de referencia religioso. Pensar en dimensiones temporales, ya no digamos de miles de millones, sino aun de cientos de miles de años, era tan exótico, incluso para los hombres ilustrados de entonces, como pretender que hubieran imaginado que alguien podría caminar por la superficie lunar.

IV. La del labio leporino

Un clérigo detestable

El mes de diciembre que acababa de comenzar prometía arrastrar consigo una temporada particularmente fría y seca; hacía varias semanas que no llovía en forma apreciable y desde luego, a pesar del frío, no se había presentado nevada alguna que indicara que otro invierno más se filtraba por las hendiduras del tiempo, y que el primer año del siglo XIX dejaba ya oír sus gritos de recién nacido detrás de la puerta trasera del año viejo.

El césped de los jardines de Kensington, usualmente verde en esta época del año, estaba amarillento y crujía en murmullos de dolor bajo las pisadas de una familia de menesterosos que recogía las pocas ramas secas caídas de los deshojados olmos y robles. Hacía más de cinco años que William Cobbett no pasaba al lado de este jardín, uno de sus favoritos en Londres. Le tenía especial cariño porque no era excesivamente grande ni estaba tan puntillosamente cuidado como otros de la ciudad, y le traía gratas memorias del tiempo en que trabajó en los Reales Jardines Botánicos de Kew, cuando a los 14 años, después de una disputa familiar generada por su constante rebeldía, se había escapado de su hogar en Surrey y encontrado trabajo en Kew como ayudante de jardinero. El sueldo que recibía era ridículamente bajo, incluso para las modestas necesidades de su edad, pero

William lo sentía compensado por la relativa libertad para realizar las tareas que tenía que cumplir y porque trabajaba en contacto continuo con la naturaleza. Estaba acostumbrado a ello: el recuerdo más grato de su vida familiar era el olor agridulce y el aire tibio del establo, el contacto con los animales de la granja y la amplitud ondulante de los trigales.

FIGURA IV.1. *Thomas Robert Malthus (1766-1834). Economista inglés, considerado el padre de la demografía.*

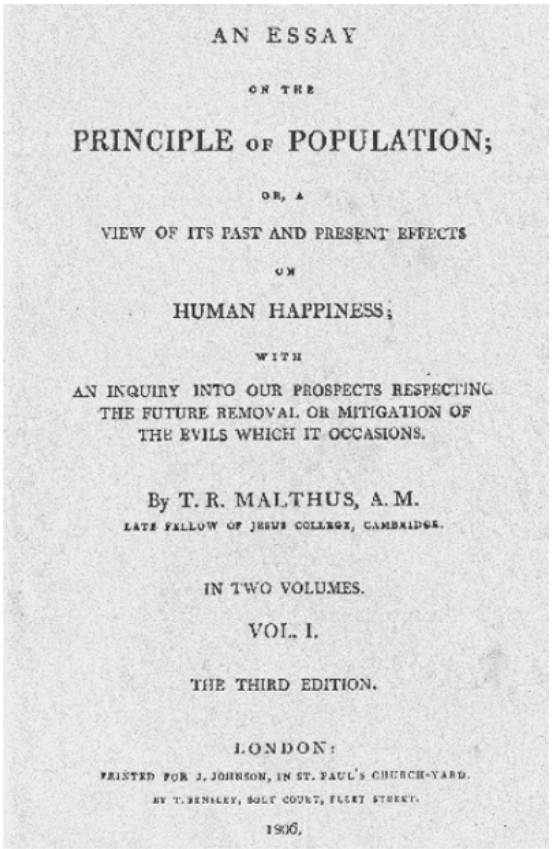
Después de bordear el extremo del jardín, William tomó por la estrecha calle empedrada y pronto tuvo que abandonar la angosta acera, ocupada por los cuerpos hechos ovillo de dos hombres que evidentemente se habían emborrachado la noche anterior y dormían entrelazados para calentarse mutuamente. William encontró que la severa sequía invernal tenía al menos alguna ventaja para la vida urbana londinense: la calle no estaba inundada con charcos de agua inmunda y

helada, de manera que los nuevos zapatos que estrenaba, y que había traído de su larga estancia en el continente americano, no se estropearían rápidamente.

A la segunda torcedura de la serpenteante calle, William tomó a la derecha y se dirigió, cruzando el angosto arroyo, a una tienda cuya puerta pulcramente pintada de un negro brillante casi permitía ver el reflejo de las personas. La librería, que siempre había sido su refugio favorito antes de que se embarcara hacia los Estados Unidos, no había cambiado un ápice; buscó e identificó de inmediato el viejo y mullido sillón de cuero, al fondo del pasillo central creado por los estantes rebosantes de libros, en el que, hundido casi hasta la cabeza, acostumbraba pasar horas hojeando (y a veces casi terminando de leer) las muchas obras que le interesaban y que frecuentemente no podía adquirir con su exiguo salario. Encaminó sus pasos hacia la sección de libros sobre temas de filosofía social y literatura; reconoció el rechinido de las anchas duelas de encino del piso y sonrió para sí, experimentando la reconfortante sensación de estar de regreso en su país, en esta ciudad que amaba como a ninguna otra y en el ambiente en que había crecido como adolescente y joven intelectual, profundamente inquieto por los aspectos sociales de Gran Bretaña.

Repasaba con la vista los primeros estantes de libros cuando, como una astilla que engancha el terso lienzo que limpia el polvo de un mueble, algo hizo detener abruptamente el desliz de su mirada. ¡Un libro anónimo! Con curiosidad lo extrajo de entre los libros vecinos que lo apresaban. Más que un libro, parecía un folleto muy extenso; el título le llamó aún más la atención, no sabía bien si por lo que decía o por su extensión: *Ensayo sobre el principio de la población y de la forma en que afecta el progreso futuro de la sociedad, con comentarios sobre las especulaciones de míster Godwin,*

monsieur Condorcet y otros escritores. Intrigado, decidió tomarlo junto con la nueva edición de *La riqueza de las naciones* de Adam Smith, ya que su ejemplar se había dañado con la pertinaz humedad de su cabina en la travesía transatlántica. Al salir pagó seis chelines por el panfleto y una guinea por el libro de Smith, no sin antes charlar un buen rato, a instancias del viejo señor Chadwick, el dueño de la librería, acerca de su viaje, del excéntrico estilo de vida de los estadunidenses y, en forma inevitable, de la incomprensible sequía que Inglaterra sufría. No se dio cuenta de lo tibio que era el ambiente dentro de la librería hasta que traspuso la puerta y sintió la cuchillada del frío atravesándolo de oreja a oreja.



AN ESSAY

ON THE

PRINCIPLE OF POPULATION;

OR, A

VIEW OF ITS PAST AND PRESENT EFFECTS

ON

HUMAN HAPPINESS;

WITH

AN INQUIRY INTO OUR PROSPECTS RESPECTING THE FUTURE REMOVAL OR MITIGATION OF THE EVILS WHICH IT OCCASIONS.

By T. R. MALTHUS, A. M.

LATE FELLOW OF JESUS COLLEGE, CAMBRIDGE.

IN TWO VOLUMES.

VOL. I.

THE THIRD EDITION.

LONDON:

PRINTED FOR J. JOHNSON, IN ST. PAUL'S CHURCH-YARD.

BY T. BENSLEY, BOLT COURT, FLEET STREET.

1806.

FIGURA IV.2. *Portada del* Ensayo sobre el principio de la población, *de Malthus*.

Cobbett tardó más tiempo con el *Ensayo sobre el principio de la población* del que acostumbraba para leer un nuevo libro, en gran parte debido a que invirtió incontables semanas para encontrar un lugar adecuado donde vivir a su regreso a Londres y que, además, estuviese al alcance de su bolsillo. Tenía también que arreglar lo referente a su empleo; alguien que acababa de estar varios años fuera del país no se hallaba en la mejor de las posiciones para encontrar un trabajo aceptable. Sin embargo, cuando finalmente acabó de leer aquel libro anónimo de larguísimo título sabía ya quién lo había escrito, pues la segunda edición, esta vez con el nombre del autor y numerosos cambios, había ya salido a la venta.

El autor era el presbítero Thomas Robert Malthus, de quien Cobbett nunca había oído hablar, lo que no modificaba en nada la furia que el libro había despertado en él. Sus puntos de vista políticos y su reconocida posición de crítico social y reformista agresivo, no le permitían otra respuesta que el ataque abierto y la crítica despiadada hacia una visión de la sociedad, de su estructura y de su futuro, que le parecía inaceptable. Y así lo hizo. Cobbett había publicado, en un artículo del *Weekly Political Register*, un periódico que él mismo editaba, una extensa crítica condenando los puntos de vista sostenidos por Malthus en la primera edición de su libro, particularmente en su propuesta de suspender toda asistencia a los sectores más desposeídos económicamente y que representaban una carga inútil para los recursos de la nación. Cobbett apuntaba en su artículo: «Si la sociedad llegara a un punto en el que expusiera a las personas a morir de hambre, sin tener culpa alguna, dicha sociedad sería un monstruo legislativo; estaría en una condición peor que la ley de la selva y debería abolirse». En uno de esos ataques de

esplendor vitriólico por los cuales era famoso y que le costaron numerosas demandas legales que finalmente lo arruinaron, Cobbett le asestó a Malthus: «Clérigo, durante mi vida he detestado a numerosas personas; pero a ninguna tanto como a usted». La reacción de Cobbett al *Ensayo sobre el principio de la población* de Malthus no fue aislada; varios otros filósofos sociales, como se reconocía entonces a los que ahora denominaríamos científicos sociales, se expresaron en forma desfavorable respecto a los puntos de vista sostenidos en un libro que esbozaba, particularmente en su primera edición, un panorama de decrepitud, miseria y dolor como condiciones inescapables de la vida humana. El alud de críticas que recibió su primera edición hizo que Malthus fuera presentando en las sucesivas ediciones del libro puntos de vista menos extremos e incluso, irónicamente, opuestos a los que había sostenido al principio.

Dos, cuatro, ocho… ¡infinito!

La obra de Malthus sobre los principios de la población es muy compleja y fue escrita en el seno de condiciones sociales y culturales muy particulares no solamente por la época, sino por el país en que se daban. Adicionalmente y como ocurre con toda obra que provoca controversias, en especial por las profundas implicaciones sociológicas que tiene, la obra de Malthus ha recibido innumerables ataques y críticas, algunas muy justificadas, pero otras distorsionadas e incluso incongruentes entre sí, ya sea por ignorancia o por razones ideológicas.

Un principio básico que sustenta gran parte del contenido del *Ensayo sobre el principio de la población* es el argumento

en torno a las diferencias entre la forma en que las poblaciones crecen (Malthus siempre se refirió a poblaciones humanas) y la forma en que lo hacen los recursos disponibles para ellas. Malthus puntualizaba, muy acertadamente, que las poblaciones tienden a crecer en progresión *exponencial* (o «geométricamente», como él lo dice), mientras que los recursos (alimentos y otros elementos necesarios para la sobrevivencia del hombre) sólo pueden crecer linealmente, esto es, en una progresión aritmética.

Una progresión exponencial o geométrica es aquella en que se multiplica la cantidad anterior a cada paso por un valor constante; por ejemplo 2, 4, 8, 16, 32, 64, etc., donde el sexto paso (64) representa una cantidad 32 veces mayor que el primero. Desde luego, la exponencial también puede ser una función *decreciente* en forma geométrica, alcanzando, por ejemplo, la mitad del valor anterior a cada cambio de unidad de tiempo. Una progresión aritmética, por el contrario, se incrementa sumando la misma cantidad a cada paso, *v. g.*, 2, 4, 6, 8, 10, 12, etc., donde el sexto paso (12) es, lógicamente, sólo seis veces mayor que el primero. De igual forma, una función de cambio aritmético también puede ser decreciente. La figura IV.3 es una representación gráfica de estos dos tipos de progresiones o crecimientos: *a)* el exponencial o geométrico y *b)* el aritmético. De la diferencia de los valores alcanzados por cada una de las dos líneas de dicha figura resulta evidente que la progresión exponencial o geométrica se aleja cada vez más de la aritmética.

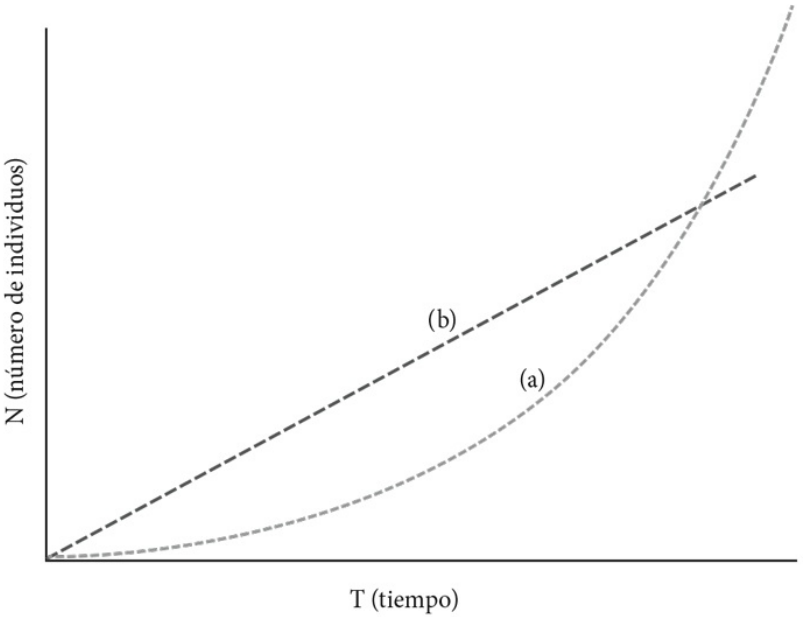


FIGURA IV.3. *Dos formas de representar el crecimiento exponencial de una población:* a) *con el número de individuos y* b) *con el logaritmo del número de individuos.*

Con un poco de observación acerca del crecimiento de una población humana, Malthus, como cualquier otra persona, llegó a la conclusión de que la capacidad natural de crecimiento del hombre es exponencial, lo que no ocurre con la producción agrícola. Aunque Malthus no contaba con datos demográficos adecuados para corroborar su hipótesis, le bastaron unos sencillos cálculos matemáticos para predecir dicho crecimiento de la población. La figura IV.4 describe el crecimiento de la población mundial de 1960 a 2025, y representa una curva exponencial casi perfecta. Este tipo de curva se puede lograr también, en condiciones experimentales controladas, con microorganismos (por ejemplo bacterias o levaduras) que crecen en medios de cultivo sin restricciones. Sin embargo, la curva de crecimiento deja de ser exponencial conforme el medio de cultivo se satura con los microorganismos y los recursos nutritivos empiezan a no ser

suficientes para todos los individuos presentes, o bien cuando éstos generan residuos metabólicos tóxicos que, al acumularse con el crecimiento de la colonia, limitan el ulterior crecimiento de la población. También se han observado curvas de este tipo para poblaciones de organismos superiores en condiciones naturales (plantas vasculares y vertebrados), que empiezan a colonizar un área originalmente desprovista de ellos, hasta que el área se satura de organismos y la población deja de crecer y se estabiliza. En resumen, *todos* los organismos, incluido el hombre, tienen un potencial de crecimiento poblacional exponencial. Sin embargo, diferentes factores del medio impiden que la mayor parte de los organismos logre su potencial crecimiento, por lo que las poblaciones se mantienen en un equilibrio más o menos fluctuante. *La única especie que hasta el momento presenta en forma sostenida un crecimiento de tipo exponencial de su población es la humana* (figura IV.5).

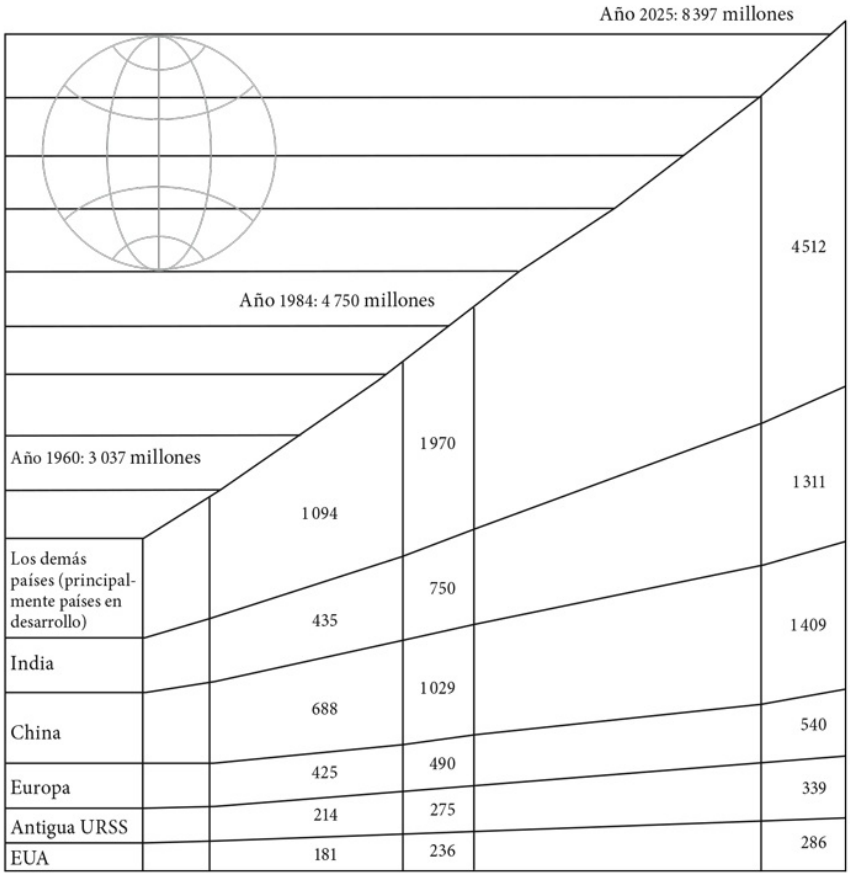
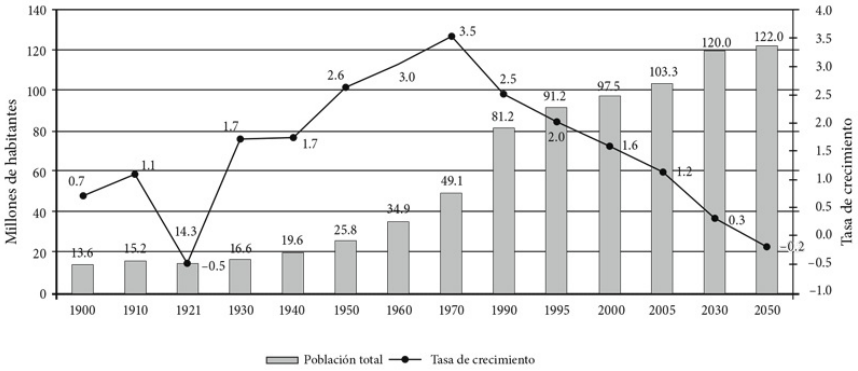


FIGURA IV.4. *Crecimiento de la población mundial global y de diferentes regiones del mundo.*



Fuente: 1900-1990: INEGI, Censos de Población y Vivienda, varios años.
1995: INEGI, *Conteo de Población y Vivienda 1995,* México, 1996.
2000: INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda 2000,* México, 2000.

FIGURA IV.5. *Evolución de la población en México, 1900-2050.*

Apenas terminaba de lavar los utensilios de la cocina, después del temprano desayuno de la familia Malthus, cuando Anna, la sirvienta principal de la casa, recibió órdenes de salir a la plaza de la ciudad a comprar dos jofainas y varios lienzos de lino. La señora Malthus empezó súbitamente a experimentar dolores más frecuentes e intensos y todo indicaba que el hijo ansiadamente esperado podía llegar en cualquier momento. La nerviosa figura delgada y alta de Anna subía y bajaba escaleras haciendo preparativos, buscando su chal y su gran canasta del mercado. Estaba excitada con la perspectiva del inminente arribo de un nuevo miembro de la familia; tanto, que su vieja costumbre de no salir de casa en los días 13 quedó olvidada en el fragor de la actividad.

Al abrir la puerta trasera de la bella mansión en donde la familia Malthus vivía, sintió el pellizco del aire frío de febrero en las mejillas, a pesar de que el sol ya se había asomado, temeroso, sobre las colinas cubiertas de hayas. Al rodear la casa, Anna rozó los helados macizos de aretillos que, cuando florecían en el verano, desbordándose en un mar de púrpuras y lilas, le revivían el corazón; traspuso la verja del jardín y tomó la calle frontal que, colina abajo, la conducía directamente a la plaza de Wotton. Debió ir saltando con cuidado los hoyos llenos de lodo de la calle, afortunadamente sin tener que cuidarse demasiado de los carruajes, que a horas más tempranas corrían de bajada uno tras otro, abasteciendo de productos agrícolas a los clientes que acudían de muchas poblaciones pequeñas de los alrededores del condado de Surrey a esta ciudad, prácticamente incorporada a Dorking, que era el corazón comercial de un próspero distrito agrícola.

Además de ser extremadamente activa y trabajadora, Anna tenía una virtud rara entre las mujeres: cuando salía de compras al mercado, iba al grano; su lista de compras era una guía exacta, que seguía con precisión militar, de lo que tenía que adquirir y nada la separaba un milímetro de lo planeado. De esta manera, se encaminó directamente al almacén de artículos hogareños, donde sabía que encontraría lo que buscaba. Rechazó una de las dos jofainas que le ofrecieron porque el peltre en el exterior estaba ligeramente desportillado, quejándose de la cada vez menor calidad con la que se elaboraban los productos en Inglaterra, al mismo tiempo que nerviosamente comunicaba al tendero las noticias del inminente arribo de otro miembro de la familia Malthus; una nueva jofaina impecable satisfizo a la exigente Anna. Los lienzos de fresco lino se añadieron a la compra y fueron colocados en la amplia canasta de Anna, debajo de las piezas de peltre. El dueño del almacén anotó parsimoniosamente la compra en la cuenta de la familia Malthus y Anna, después de recibir los mejores deseos de todos los presentes en el almacén, salió apresuradamente de regreso a casa.

Una cosa era bajar a la plaza de Wotton y otra regresar colina arriba con la cesta de la compra a cuestas. A pesar de ser delgada, Anna sufría el regreso de compras del mercado como un viacrucis; su compensación al esfuerzo de la subida era, al llegar a la parte más alta de la cuesta, la bellísima vista de las ondulantes colinas cubiertas de hayedos, por las que el condado era famoso. Aún jadeando, Anna vio que en la entrada de la casa había un carruaje estacionado; de repente el corazón le dio un salto: ¿habría nacido el niño mientras ella estaba de compras?, ¿habría surgido alguna complicación? Angustiada, se apresuró a rodear la casa para entrar por la puerta trasera y enterarse de lo que pasaba.

Al trasponer la cocina y abrir la puerta que daba hacia el comedor, Anna oyó una voz que le era familiar y se tranquilizó de inmediato. Era el placentero acento, mezcla de escocés y del norte de Inglaterra, del viejo amigo de la familia David Hume (figura IV.6). Una vez depositada la compra en la recámara de Henrietta Catherine Graham, ahora la señora Malthus, y reconfortada al saber que todo iba bien con el proceso de parto, Anna sirvió el té mañanero a los señores Malthus y Hume y se retiró a su habitación.

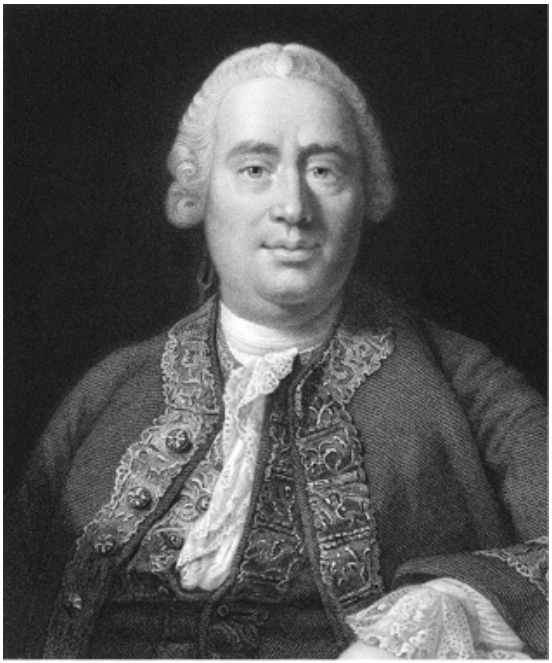


FIGURA IV.6. *David Hume (1711-1776). Filósofo inglés.*

La amistad de Hume, el connotado filósofo, economista e historiador, con Daniel Malthus II era antigua y se basaba en el interés de ambos caballeros y en su comunidad de puntos de vista sobre aspectos filosóficos del entendimiento de la naturaleza de la sociedad humana. El motivo de la visita de Hume a la casa de los Malthus era su reciente regreso de París, donde permaneció tres años como miembro de la embajada británica. Hume relataba animadamente cómo

había logrado internar como refugiado político en Inglaterra a Jean-Jacques Rousseau, el famoso pero perseguido pensador suizo, a quien ambos admiraban por sus ideas filosóficas. La conversación entre ellos era en extremo animada; hacía varios años que no se veían; los acontecimientos políticos en Europa resultaban muy interesantes y el próximo arribo del nuevo heredero en la familia Malthus se añadía a la excitación de la reunión. Al filo del mediodía, Anna conminaba a la familia Malthus a ir al comedor para el almuerzo. Se sentaron alrededor de la mesa Daniel Malthus, Hume, Sydenham (el primogénito de los Malthus), Henrietta Sarah (la hija mayor y preferida de Daniel Malthus, que ya tenía nueve años y se comportaba como toda una señorita) y la prima consentida de Daniel, Jane Dalton. El resto de la progenie de los Malthus comía en una pequeña habitación entre la cocina y el comedor, ya que todas, Eliza Maria, Anne Catherine y Mary Catherine, tenían entre dos y cinco años y no eran toleradas en la mesa principal. En esos momentos la señora Malthus estaba en cama, bajo la vigilancia del partero, quien había arribado a la casa antes de que Anna retornara del mercado.

Como era costumbre, todos los jueves se servía, para desolación de las hijas menores, sopa de cola de buey. Apenas había servido Anna las generosas porciones del humeante líquido, cuando el agudo llanto de un recién nacido cortó de un hachazo el cuchicheo expectante de la familia. Daniel Malthus soltó sus cubiertos y, saltando de tres en tres los escalones, corrió a su habitación, que se encontraba en el piso superior de la casa; al precipitarse al interior, vio que el partero mostraba a Henrietta un pequeño bulto, envuelto en el fresco e inmaculado lienzo de lino que sólo unas horas antes Anna comprara.

Daniel se dirigió a la cabecera de la cama y besó a Henrietta, quien lloraba de gusto: finalmente, después de

cuatro niñas seguidas, había dado a luz a un varón. Sin embargo, un instante después, al explorar a su nuevo retoño, ambos padres sintieron que su rebosante corazón se hundía en un cubo de agua fría: la rosada cara del bebé estaba deformada; el niño había nacido con el labio leporino y el paladar hendido.

La profunda angustia de los Malthus era comprensible. Primero que nada, sufrían el dolor de pensar que su hijo llevaría toda su vida las facciones desfiguradas. Pero también los apesadumbraba la oculta carga de una superstición social muy extendida en ese tiempo: un labio leporino en un hijo era el castigo para un pecado fuera de lo ordinario.

Thomas Robert, como sería bautizado el viernes 14 de febrero, al día siguiente de su nacimiento, llegaba así al hogar de los Malthus, una familia acomodada de la clase media en la Inglaterra preindustrial de 1766. El jefe de familia era un *gentleman* inglés, fundamentalmente autodidacto, cuyo soporte económico procedía de la posesión de tierras de cultivo. Daniel Malthus II, el padre de Thomas Robert, era un ávido y culto lector, de definidas tendencias liberales, fascinado por el pensamiento humanista de Rousseau y de Hume, y por los principios que inspiraron los grandes cambios sociales (tales como la Revolución francesa) que se empezaban a gestar en Europa. El bisabuelo paterno de Thomas Robert (a quien en lo sucesivo reconoceremos como Thomas) se llamó también Daniel y fue el boticario privado de la reina Ana y del rey Jorge I.

Al día siguiente del bautizo de Thomas, David Hume se despedía de los Malthus para regresar a Londres, aprovechando el fin de semana. Daniel le entregó una carta dirigida a Rousseau, a quien Hume vería en unos días más; en ella Malthus lo invitaba a instalarse en su casa de Wotton por

el tiempo que quisiera, o al menos hasta encontrar una casa apropiada para su periodo de exilio en Inglaterra. Sin embargo, Rousseau no aceptó la generosa oferta de Daniel y, de hecho, en una visita a Surrey permaneció en casa de Malthus solamente una tarde. Daniel se sintió muy mortificado por la negativa de Rousseau, pero continuó guardándole una devoción explicable sólo por la admiración que causaba en él su pensamiento liberal. Unos meses después Daniel viajó durante unas semanas con Rousseau, quien visitaba la campiña del sur de Inglaterra; en este periodo Rousseau le transmitió a Malthus un especial interés por la botánica, ciencia por la que el filósofo francés tenía, como muchos otros intelectuales de su época, especial afición.

Al igual que su padre, Thomas (como el resto de sus hermanos) recibió en casa su primera educación, en la que su padre ponía especial atención y cuidado, y en la que trató personalmente de influir con sus convicciones e ideas; ésta pudo haber sido una influencia contra la que más adelante Thomas parece haber reaccionado vehementemente, a juzgar por su pensamiento filosófico-social.

Poco después del nacimiento de Thomas, su padre vendió, sin razón aparente, la bella propiedad de Wotton para cambiarse varias veces de casa (¿la presión social alrededor de un hijo con labio leporino?), hasta que finalmente, en 1773, alquiló un ala de una enorme mansión, propiedad de Richard Graves, ubicada en Claverton, un pequeño poblado cerca de la ciudad de Bath. Graves era el dueño de una escuela que funcionaba en parte de la casa y que proporcionó al joven Thomas educación de tipo tutorial. Pronto la familia Malthus continuó con su peregrinaje domiciliario, pero Thomas permaneció en la escuela de Claverton hasta 1782.

Este periodo de nueve años bajo la tutela de Graves fue crucial en la sólida educación de Thomas; leía ávidamente a los clásicos de la literatura y de la ciencia; su educación en matemáticas fue excelente y tuvo un contacto social amplio con sus compañeros, provenientes de familias con ciertos medios económicos aunque no de la clase rica o de la aristocracia inglesa. Su defecto físico, que no solamente era de apariencia sino que también afectaba notablemente su habla, le produjo frecuentes ocasiones de pelea con sus compañeros, pero al parecer se sobrepuso a este problema en forma suficientemente afortunada como para que nunca fuera un chico huidizo y tímido.

Un reverendo de pelo largo

El espíritu liberal de Daniel Malthus provocó un nuevo cambio en la educación de su hijo Thomas. Cuando tenía 16 años fue enviado a una de las escuelas no conformistas inglesas, que representaban una opción con respecto a los establecimientos universitarios clásicos de Cambridge y Oxford. Thomas ingresó a fines de 1782 a la escuela de Warrington cerca de Nottingham, al norte de Inglaterra, escuela en la que hasta poco antes de su ingreso había sido tutor de ciencias Joseph Priestley, el descubridor del oxígeno. En Warrington, Thomas completó su formación bajo la influencia del director, Gilbert Wakefield, un político liberal. Al mismo tiempo tuvo la oportunidad de presenciar, por primera vez en su vida, el escenario del desarrollo industrial inglés, en donde pudo ver ejemplos de la famosa división del trabajo de la que tanto había leído en los libros de Adam Smith.

Dos años después, en 1784, con la ayuda de Wakefield, Thomas Malthus fue aceptado en el Colegio de Jesús de la Universidad de Cambridge. Pasó el verano de ese año con su familia, que ahora vivía en el condado de Berkshire, a orillas del Támesis. El 3 de noviembre, después del largo viaje en carroza desde Londres, Thomas llegó a la puerta del Colegio de Jesús, junto con otros estudiantes provenientes de diferentes partes del país. La excitación apenas le permitió bajar del techo de la carroza su equipaje completo sin olvidar algo; arrastrando un pesado baúl y dos grandes maletas de cuero, Thomas abrió la sólida puerta de madera y se acercó al mostrador de ébano. El portero del colegio, austeramente vestido de negro y con el pelo impecablemente polveado y recogido con pulcritud en una cola de caballo, como era la costumbre de la época, registraba los nombres de los alumnos en un grueso libro, asignando a cada uno su habitación. Thomas recogió el manojo de llaves que le daban acceso a su cuarto y a la bodega para guardar algunas de sus pertenencias que no cabían en su reducida habitación. Subió un tramo de escalera bastante angosta, luchando por no dañar con su pesado baúl los paneles de encino que protegían la parte inferior de la pared. Finalmente llegó al largo corredor, al fondo del cual se encontraba su habitación, a la que apenas pudo entrar con todas sus pertenencias; después de acomodarlas y sacar las maletas vacías y el baúl, se encontró con la sorpresa de que la cama que le había tocado era por lo menos 30 centímetros más corta de lo que su físico requería.

En consecuencia, su primera preocupación universitaria fue conseguir una cama del tamaño adecuado, problema que, después de complicadas negociaciones con compañeros y encargados del colegio, logró resolver satisfactoriamente. Estas negociaciones le permitieron iniciar amistades que perduraron toda la vida, especialmente con William Otter,

quien al paso del tiempo llegaría a ser un famoso arzobispo de Chichester y escribiría la primera biografía de Malthus en sus *Memorias*, publicadas como una introducción a la segunda edición (póstuma) de los *Principios de política económica* de Malthus.

En la primera oportunidad que tuvo, Thomas se abonó con un librero para poder tener crédito y obtener todos los libros que necesitara; su avidez por la lectura había sido cuidadosamente cultivada por Graves y Wakefield y estimulada por la correspondencia con su padre (otro ávido lector), quien le sugería leer los libros más recientes de óptica, mecánica, astronomía, etc. En una ocasión sostuvieron una larga discusión epistolar acerca de las ideas de «Sir I.», refiriéndose, desde luego, a Isaac Newton y a su *Philosophia naturalis principia mathematica*, del cual Thomas compró con su librero un ejemplar de segunda mano, bellamente encuadernado en piel, que leyó de cabo a rabo. No hay duda de que leer un clásico de la ciencia en latín, en especial Newton, no es entretenimiento trivial si el lector no está seriamente interesado en lo que lee (figura IV.7).

FIGURA IV.7. *Sir Isaac Newton (1643-1727). Matemático, físico y astrónomo inglés.*

Malthus pasó un periodo intelectualmente muy fértil en Cambridge; aparte de su insaciable apetito por la lectura, tuvo una participación muy activa en la vida social y cultural de su colegio. Tenía un gran sentido del humor, cualidad que lo hacía muy popular entre sus compañeros; vivía en la avanzada de su tiempo, llevando el cabello desusadamente largo, casi hasta los hombros, por lo que era visto con profunda suspicacia por los dones de Cambridge. Le gustaba aplicar un esfuerzo igual a todas las actividades por las que tenía interés, y el esfuerzo era grande. Prueba de lo anterior es que llegó a ganar, a pesar de su defecto en el habla por el labio leporino, concursos de declamación en inglés y en latín. Presentó un examen de matemáticas a su ingreso en la universidad que lo ubicó entre los mejores de su generación, lo cual fue una clara prueba de la calidad de la educación que

había recibido de Graves y Wakefield. Malthus no restringió sus energías a propósitos exclusivamente académicos: fue uno de los jugadores de *cricket* más exitosos y populares de su colegio. Vivió la universidad, la ciudad de Cambridge y su condición de estudiante con la mayor intensidad de la que era capaz. Solamente una noticia ensombreció lo que constituía una vida feliz: a fines de julio de 1785 recibió una carta de su casa en la que se le anunciaba la muerte, a los 28 años, de su hermana mayor, Henrietta, la preferida de su padre.

Faltándole poco más de un año para terminar sus estudios, en la primavera de 1786 Thomas escribe a su padre comunicándole su decisión de recibir las órdenes clericales. No expone muchas razones para explicar su decisión; la única que menciona es su interés de «poder retirarse a la vida tranquila del campo y de atender una pequeña parroquia». La noticia no debe de haber sido del todo sorprendente para su padre; en ese tiempo era usual (e incluso bien visto) que, al menos en familias grandes, uno de los hijos se dedicara a los menesteres de la Iglesia.

Así, Thomas dio los pasos necesarios para recibir las órdenes eclesiásticas, y fue el único miembro de su colegio en aprobar exitosamente un examen (el de los *wranglers*) que tenía reputación de ser uno de los más difíciles de Europa. En el otoño de 1788, a los 22 años, Thomas se convierte en el reverendo Thomas Robert Malthus.

Poco tiempo después de su egreso de la universidad, en uno de los curiosos giros que la vida acostumbra dar, Thomas se hace cargo del curato de una pequeña capilla en Okewood, a unos cuantos kilómetros de su natal Wotton. La capilla es una construcción que data del siglo XIII, que aún está en pie y en uso activo en nuestros días. Es una iglesia de austera belleza, rodeada por frondosos robles; es más bien cuadrada y

sólida, sostenida por robustos contrafuertes y coronada por un campanario de madera. El pórtico se acomoda entre los dos contrafuertes frontales y el costado sur tiene tres grandes y desiguales ventanas. El interior es en extremo sencillo, de paredes blancas en las que la luz del sol que se filtra define claroscuros que redimen la austeridad del espacio. Cuando Thomas se hizo cargo de ella, la capilla no estaba autorizada para oficiar matrimonios (fuente de los ingresos más importantes para las iglesias), aunque sí bautismos; sin embargo, Thomas tenía que administrar estos últimos usando una batea de estaño, ya que la capilla carecía de pila bautismal. Contaba con un ayudante (no muy preparado, por cierto) que se hacía cargo de los registros de los bautizos y las defunciones que eran de la jurisdicción de su capilla.

Prohibido casarse

Thomas se hundió en la tranquila vida de la campiña inglesa, en el apacible correr del tiempo y en los sucesos cotidianos, solazándose en el plácido trato familiar de sus feligreses, participando de sus gozos y de sus penas. Esto puede resultar un poco incomprensible tratándose de alguien que había vivido con toda intensidad y con éxito la vida de los círculos académicos más importantes de su país. De nueva cuenta uno se pregunta hasta qué punto su defecto congénito le inducía, a pesar del éxito en su vida académica, a buscar el retiro de la actividad social, particularmente de las grandes ciudades, plagadas de individuos llenos de una curiosidad grosera e insidiosa. O bien, qué tanto su aislamiento respondería al deseo de tener las condiciones de calma y tranquilidad para que la compleja factoría de un cerebro

creador funcionara sin las interrupciones que una vida social activa necesariamente impone. Durante este tiempo, Daniel Malthus escribe a su hijo una carta reprochándole, aunque sea en un tono muy suave, no haber empleado mejor la educación recibida en Cambridge. También es posible que Thomas haya decidido tener un periodo de «tregua» después de los agitados años de estudio.

FIGURA IV.8. *Escena de una ejecución durante la Revolución francesa.*

El 10 de junio de 1793 Thomas recibe la noticia de que el Colegio de Jesús, del que fue alumno en Cambridge, lo había nominado *fellow*. Esto, aparte de constituir un honor, significaba también un modesto pero seguro ingreso económico adicional, sin ningún compromiso, excepto el de no contraer matrimonio… Ese año le trajo también la nominación vitalicia de cura de Okewood, lo cual significaba un ingreso permanente por el resto de su vida, siempre y cuando se conformara con menos de 200 libras anuales de sueldo…

Sin duda, 1793 fue un año de buenas noticias para Thomas y coincidió con el acontecimiento que culminaba el movimiento social más importante del siglo XVIII en Europa: la decapitación de Luis XVI y la Revolución francesa (figura

IV.8). Las ondas sísmicas del movimiento francés afectaron toda Europa, incluida Inglaterra, a pesar de su marcado aislamiento insular. La reacción inglesa a un movimiento que se consideraba bárbaro y ciertamente peligroso se vio reflejada en la promulgación de varias actas del Parlamento, como la Ley sobre los Extranjeros y la Ley sobre Correspondencia Traicionera, cuyo objeto era ejercer control sobre las actividades políticas simpatizantes de la Revolución francesa, que veían con buenos ojos que ocurrieran cambios similares en Gran Bretaña. La situación política y económica del país estaba considerablemente deteriorada, por lo que había numerosos críticos del gabinete conservador *(tory)* de William Pitt, que estaba en el poder. Los críticos eran, principalmente, los simpatizantes de la corriente política conocida como de los *whigs*, que estaba fundamentalmente compuesta por miembros de la clase no conformista inglesa: industriales de clase media y acomodada con ideas liberales y que pugnaban por reformas electorales y parlamentarias, así como por medidas de seguridad laboral y más prestaciones sociales.

Malthus unió su voz (o más bien su pluma) a la oposición, escribiendo en 1796 un documento contra el gobierno de Pitt, que nunca publicó pero hizo circular entre sus amigos y su padre. No está claro por qué Malthus no publicó su panfleto, ya que las referencias hechas al mismo por William Otter, uno de los amigos que recibieron el documento y quien después lo reprodujo parcialmente en la biografía que escribió de Malthus, no indican que hubiera sido peligrosamente crítico. De cualquier manera, la represión del gobierno británico cobró varias víctimas, y una muy cercana a Malthus fue Gilbert Wakefield, su tutor en Warrington, quien había publicado un artículo criticando las ideas patrióticas del obispo de Llandaff, lo cual implicaba que Wakefield pensaba

que Gran Bretaña no era capaz de defenderse de una invasión de los franceses, por lo que sería conveniente adoptar medidas como las tomadas en la Revolución francesa. El artículo costó a Wakefield dos atroces años de prisión, de los que nunca pudo sobreponerse y de cuyas consecuencias murió poco después de su liberación en 1801, a los 45 años de edad. Es muy posible que Malthus, para esos momentos, hubiera ya concebido su pensamiento económico social. Éste fue influido fuertemente por varios elementos: uno de ellos era la cruda realidad de una sociedad inglesa inmersa en el avasallador proceso de la Revolución industrial, el cual generaba una atroz secuela de miserias humanas resultante de la explotación que el nuevo sistema industrial ejercía sobre la fuerza de trabajo, particularmente de mujeres y niños (figura IV.9). Por otro lado, Thomas se había desencantado de las propuestas teóricas humanistas de escritores tan admirados por su padre como Hume y Rousseau, a las que consideraba utópicas e inalcanzables a la luz de la cruda realidad social que existía tanto en su país como en otros de Europa, incluida la Francia posrevolucionaria.

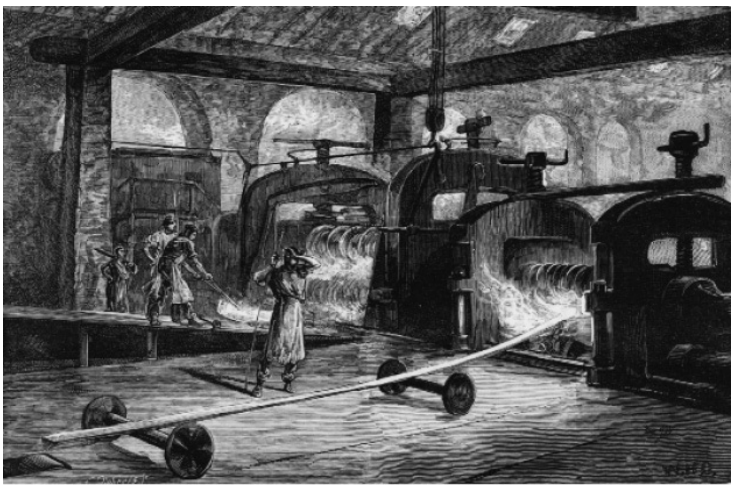


FIGURA IV.9. *Escena de una fábrica inglesa de fines del siglo XVIII.*

Uno de los elementos de la vida social de la Inglaterra de su tiempo contra los que Thomas dirigió buena parte de su atención fueron las llamadas Leyes de los Pobres. Estas leyes se derivaban de una emitida en 1601, durante el cuadragésimo tercer año del reinado de Isabel I, en la que se hacía responsable a cada parroquia del cuidado de sus pobres. Dicha legislación tenía un origen basado más en un concepto del pobre como individuo aislado que de la pobreza como condición social. Se distinguían en ese entonces cuatro tipos de pobres:

a. los ancianos, los enfermos crónicos y los infantes demasiado pequeños para trabajar;
b. los inhabilitados temporalmente debido a un accidente o a una enfermedad;
c. los desempleados, y
d. los vagos, categoría muy flexible que dependía para su aplicación de los humores, costumbres y temperamentos locales de la parroquia de que se tratara.

Como era natural, las categorías *c)* y *d)* tendían a incrementarse con el aumento de población, lo cual provocó que se emitieran las Leyes de Asentamientos, que impedían que un recién llegado a una parroquia pudiera asentarse irregularmente en ella y se convirtiera en carga económica adicional para los habitantes de la misma. Esto estimuló una cacería inmisericorde de «extraños», particularmente si se trataba de mujeres embarazadas cercanas a dar a luz, a las que se ahuyentaba de una parroquia a otra. También, como resultado del creciente número de indigentes, se establecieron en muchas parroquias, particularmente en las más ricas, casas

o refugios de menesterosos manejados por concesiones a personas que generalmente sólo velaban por su beneficio económico, con la consecuente cadena de corrupciones y venalidades.

A finales del siglo XVIII se estableció una nueva categoría de pobres: aquellos que a pesar de tener un empleo no ganaban un salario suficiente para mantener a su familia, particularmente si era grande. Esta categoría empezó a incrementarse rápidamente a consecuencia de las mejoras en la salud pública, en especial con el uso de la inoculación contra la viruela. Esta técnica fue introducida alrededor de 1720 en Inglaterra por *lady* Mary Wortley Montagu, una mujer excepcionalmente inteligente e inquieta, escritora, feminista y gran admiradora de la cultura otomana, de la que aprendió el uso de la inoculación directa contra la viruela. Edward Jenner descubrió casi a finales del siglo el método de la vacunación y desarrolló una vacuna contra la viruela, logrando un control casi total de la mortal enfermedad. Los resultados directos de estas acciones fueron la reducción drástica de la mortalidad infantil y, por lo tanto, la formación de familias más numerosas. Como consecuencia del incremento poblacional, se volvió más frecuente que se requirieran, como parte del salario, apoyos económicos para el sostén de la familia; éstos se empezaron a dar en forma de una escala móvil basada en el precio del pan, conocida como sistema Speenhamland; sin duda, los sueldos bajos y una especulación con el precio del trigo deben de haber sido en extremo ventajosos para los patrones industriales, que empleaban abundante mano de obra de personas que con ese sistema no podían distinguir el verdadero monto de su salario.

FIGURA IV.10. *Escena de la vida de los pobres en tiempo de Malthus.*

No es difícil darse cuenta entonces de que hacia la última década del siglo XVIII se había establecido una equivalencia entre ser obrero y ser pobre, y que algunos intelectuales de la época, entre ellos Malthus, estaban alarmados por el severo proceso de desmoralización que sufrían los obreros y los campesinos asalariados al encontrarse sumidos en la miseria. La percepción social de la época acerca del significado de la pobreza y el hambre, así como la de las Leyes de los Pobres, queda claramente plasmada en la siguiente cita de la *Disertación sobre las leyes de los pobres*, escrita por Joseph Townsend, clérigo inglés, y publicada en 1786 bajo el seudónimo de «Alguien que desea el bien de la humanidad»:

> Los pobres saben muy poco acerca de los motivos que estimulan a las capas más altas de la sociedad a la acción: el orgullo, el honor y la ambición. En general, es únicamente el hambre la que puede estimular y atraerlos [a los pobres] al trabajo; sin embargo, nuestras leyes han establecido que ellos nunca padecerán hambre. El hambre no es solamente una presión sutil, sino que puede ser el motivo más natural para que la gente sea industriosa y trabajadora y realice los esfuerzos más poderosos. El hambre doma a los animales más fieros; enseña decencia y civismo, obediencia y sujeción a los brutos, a los más obstinados y a los más perversos. Ciertamente, es una

queja generalizada de los granjeros la de que sus hombres no trabajan tan bien cuando están satisfechos y no tienen hambre.

Parece ser una ley de la naturaleza que los pobres deben ser hasta cierto grado incapaces de proveerse a sí mismos, que siempre habrá algunos que puedan atender los oficios más serviles, más sórdidos y más innobles de la comunidad. La esencia de la felicidad humana resulta grandemente beneficiada en la medida en que las personas más delicadas y sensibles no tienen que trabajar en quehaceres laboriosos, sino que resultan liberadas de los trabajos ocasionales que las hacen miserables, permitiéndoles la libertad para proseguir, sin interrupción, aquellas acciones para las cuales son adecuadas y que resultan las más útiles al Estado. En lo que se refiere a los más bajos de los pobres, por lo general ellos están contentos con las ocupaciones más miserables, los trabajos más laboriosos y las actividades más peligrosas. Las armadas y los ejércitos de un Estado se enfrentarían muy rápidamente a una escasez de soldados y de marinos si la sobriedad y la diligencia prevalecieran universalmente. ¿Qué es si no la desesperanza de la pobreza la que hace que las clases más bajas puedan encarar los horrores que las esperan en los océanos tempestuosos o en los campos de batalla?

Por tanto, una provisión segura y constante para los pobres debilita este resorte vital. Aumenta su incapacidad para proveerse a sí mismos sin promover su agrado para hacer los trabajos que la comunidad requiere de los más indigentes de sus miembros. Tiende a destruir la armonía y la belleza, la simetría y el orden del sistema que Dios y la naturaleza han establecido en el mundo.

Las Leyes de los Pobres que tenemos en Inglaterra establecen que ningún hombre, incluso por su indolencia, incapacidad de proveerse a sí mismo, vicio, etc., puede padecer de necesidades y de hambre. En aras del progreso de la sociedad, seguramente se encontrará que por lo menos algunos requieren tener condiciones de escasez y, por lo tanto, yo propongo esta pregunta: ¿quién es más merecedor de sufrir el frío y el hambre: el pródigo o el que no se puede abastecer a sí mismo, el haragán o el diligente, el virtuoso o el vicioso?

Los ataques de Malthus a las Leyes de los Pobres, de las cuales a juzgar por el texto anterior no era el único crítico, le ganaron una buena parte del desprestigio del que nunca pudo deshacerse por completo, en especial porque también criticaba severamente las políticas oficiales del gobierno. Por ejemplo, Malthus escribió en 1813:

Confieso que me parece muy extraño que tantas personas que tienen aspiraciones de ser considerados economistas políticos sigan aún pensando

> que está dentro de la capacidad de los jueces, o incluso de la omnipotencia del Parlamento, alterar por un decreto las características y la circunstancia de este país; y en las actuales condiciones, en que la demanda de los productos es mayor que la oferta, por la publicación de un simple edicto, logren que la producción instantáneamente alcance y sea mayor a la demanda. En este sentido, actuamos como si el mercurio de un barómetro que está marcando condiciones de «tormenta» lo eleváramos por alguna presión mecánica a la marca de «tiempo calmado» y después nos sorprendiéramos de que aún siga lloviendo intensamente.

Uno de los párrafos que le trajeron mayor impopularidad es el referente a la inconveniencia de contraer matrimonio si las condiciones económicas de la pareja eran malas:

> Para dar un conocimiento más general de esta ley y para que se refuerce mucho más en las mentes de las clases bajas de la población, los clérigos de cada parroquia deberían, antes de la solemnización de un matrimonio, leer un pequeño discurso a cada uno de los novios, estableciendo la inescapable obligación de cada hombre de sostener económicamente a sus hijos; lo impropio, incluso lo inmoral, de casarse sin la perspectiva más o menos razonable de estar en capacidad de hacer lo anterior; los males que han resultado para los pobres mismos de los intentos hechos por las instituciones públicas, a fin de relevarlos de una obligación que solamente les pertenece a los padres, y la absoluta necesidad de abandonar tales instituciones públicas puesto que están produciendo efectos totalmente opuestos a los que se buscaban.
>
> Lo anterior sería una bien definida, justa y precisa comunicación que nadie podría interpretar equivocadamente; sin presionar a nadie en particular, produciría de inmediato un cambio en las generaciones en su dependencia miserable y sin esperanza del gobierno y de los ricos, cuyas consecuencias tanto morales como físicas son verdaderamente incalculables.

Es importante señalar algunos elementos adicionales que describen otros aspectos del contexto social y cultural en el que sale a la luz pública el *Ensayo sobre el principio de la población*. El primero es que no había concepción social alguna sobre la posibilidad o conveniencia de utilizar métodos de regulación del tamaño de la familia. Esto no es sorprendente si recordamos que, hasta muy recientemente, se

habían experimentado epidemias o hambrunas que diezmaron poblaciones enteras tanto en las islas británicas como en otros países europeos. Por otro lado, el apego a las enseñanzas religiosas y bíblicas inducía a las parejas a tener familias grandes, particularmente en una sociedad en que la mayoría tenía una ubicación rural y se dedicaba a actividades agrícolas, las cuales requerían abundante mano de obra.

El segundo elemento es que el pensamiento de Malthus sobre economía social y demografía no era considerado como tal, sino que formaba parte de toda una amplia corriente cultural o literaria que ponía en la misma categoría a una persona interesada en filosofía natural que a un poeta o a un traductor de los clásicos. Desde luego, existían algunas excepciones y se referían a casos especiales como Newton o Adam Smith, a quienes sí se les ubicaba en nichos disciplinarios bien definidos.

FIGURA IV.11. *Escena de la pobreza social en tiempo de Malthus.*

Finalmente, aunque no menos importante, está el hecho de que no había conciencia social sobre la dinámica de la población y que incluso las ideas acerca de los cambios

poblacionales eran muy generales y teóricas. Los datos estadísticos necesarios para tener una información concreta de cambios numéricos y estructurales de las poblaciones no existían. Los intentos por llevar a cabo censos poblacionales, realizados sólo unos 30 años antes, se habían encontrado con una enorme resistencia civil y religiosa, que incluso amenazaba con que tales esfuerzos se arriesgarían a recibir castigos como los relatados en el Libro de las Crónicas de la Biblia, que «trajeron las pestilencias que asediaron a los israelitas cuando el rey David intentó censar a su pueblo».

A pesar de que los seguros de vida ya existían en la segunda mitad del siglo XVIII, y que por lo tanto se requerían datos más fidedignos sobre las tasas de mortalidad, las esperanzas de vida, etc., las ideas sobre la dinámica poblacional eran verdaderamente confusas y basadas más que nada en apreciaciones subjetivas y en algunos datos parroquiales. Un bello ejemplo de lo anterior lo constituye un libro que sobre el tema publicó en 1771 Richard Price, importante impulsor de los sistemas de seguros y de las matemáticas aplicadas a los estudios actuariales, miembro de la Real Sociedad y precursor de algunas de las ideas que influyeron en las contribuciones que Kant hizo a la ética. El deleitable título del libro de Price es el siguiente:

> *Observaciones sobre los pagos hereditarios; sobre los esquemas para proveer anualidades a viudas y personas de edad avanzada; sobre el método para calcular los valores de los seguros de vida, y sobre la deuda nacional. También, ensayos sobre diferentes temas en la doctrina de pagos vitalicios y política aritmética; con una colección de nuevas tablas y un epílogo sobre la población del reino.*

A pesar de lo anterior, William Wales logró publicar en 1781, con la colaboración del clero, la *Encuesta sobre el presente estado de la población de Inglaterra y de Gales*, y en

1801 se dieron a conocer los resultados del primer censo británico.

La escritura del *Ensayo sobre el principio de la población*, de Malthus, aparentemente surgió de una agitada discusión sostenida con su padre acerca de un artículo de William Godwin aparecido en *The Enquirer* sobre la avaricia y la prodigalidad, y que traía a colación el problema general de los mecanismos por los cuales la sociedad progresaba económica y moralmente. Thomas menciona en el prefacio de la obra que inevitablemente ha tenido que dar una visión triste acerca de la vida humana porque está convencido de que esos elementos de tristeza y de depresión son parte del devenir de los hombres, y no porque él tuviese una predisposición para ver la vida de una manera depresiva y melancólica. A pesar de estos elementos, el ensayo está escrito en forma interesante y brillante, e incluye varios de los temas sociales que estaban en boga en ese tiempo: las relaciones de una creciente población y su bienestar y muchas de las ideas de gobierno desprendidas de la Revolución francesa. El ensayo muestra también la sensibilidad de Malthus en lo que se refiere a aspectos tan humanos como las dificultades de una familia grande para encontrar el sustento adecuado para dar atención a sus hijos, o las tribulaciones de una madre soltera. Sin duda, Thomas vertió en el ensayo muchas de sus diarias experiencias de la vida campirana adquiridas cuando atendía el curato de Okewood. Es un libro que en su sexta edición ha sido traducido a muchos idiomas y que bien vale la pena leer, aun cuando uno pueda estar en desacuerdo con algunos puntos de vista, seguramente exagerados por muchos de sus detractores (e incluso seguidores), que no necesariamente lo han leído (o entendido) adecuadamente.

FIGURA IV.12. *Adam Smith (1723-1790). Economista y filósofo escocés.*

Malthus reconoció a David Hume, Robert Wallace, Adam Smith (figura IV.12) y Richard Price como los hombres que más influyeron en el desarrollo de su teoría de la población. No obstante, el título de la primera edición del *Ensayo…* hace referencia precisa a dos personas (míster Godwin y *monsieur* Condorcet) a cuyas ideas la obra sugiere prestar, al menos en parte, atención especial. Godwin y Condorcet tenían un atributo en común: ambos habían escrito obras utópicas en las que se presentaban visiones idealistas de la sociedad humana, de su desarrollo económico y cultural y de sus sistemas de gobierno.

William Godwin era un prestigiado escritor y filósofo, de tendencias anarquistas y no conformistas, y un fanático calvinista. Después de vivir un tiempo con Mary Wollstonecraft y por presiones sociales, contrajo matrimonio con esta mujer reconocida por su firme lucha en favor de los

derechos feministas (que Godwin compartía y defendía sin reservas) en un tiempo en que ni siquiera la educación era igual para hombres y mujeres. Godwin es además famoso por la única hija que tuvo con su esposa: Mary Godwin de Shelley, autora de un libro clásico de la literatura inglesa: *Frankenstein*. Malthus se refería en el título de su ensayo a Godwin por el contenido y las ideas expresadas en su obra *Encuesta acerca de la justicia política*.

La otra persona a la que se refiere el título del panfleto de Thomas era Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat, marqués de Condorcet, excelente matemático, filósofo y literato de la Picardía francesa, que además fue revolucionario girondino, representante de París en la Asamblea Legislativa en el tiempo de la Revolución y autor de un sistema educativo que Francia adoptó entonces. Su posición tenazmente independiente en los asuntos de la Revolución lo marcó como una persona peligrosa para quienes estaban en el poder, y fue finalmente juzgado y condenado a muerte en ausencia por los jacobinos. Robespierre lo capturó y lo encarceló, y fue hallado muerto en su celda (quizá por propia mano) al día siguiente, el 28 de marzo de 1794. La obra por la que Thomas lo recuerda, publicada póstumamente, es *Bosquejo de un cuadro histórico de los progresos del espíritu humano*.

No se conoce alguna razón por la que Malthus haya decidido dar a publicar a su editor, Joseph Johnson, el panfleto en forma anónima. Era frecuente en esos tiempos que se publicaran artículos o panfletos (rara vez libros formales) en forma anónima. Quizá influyó en ello el hecho de que era la primera obra que exponía a la crítica pública, o bien la expectación de conocer la reacción de sus lectores antes de poner su nombre a la obra. Lo cierto es que Thomas vuelve a publicar, en 1800, una segunda obra en forma anónima: *Investigación sobre la causa de los elevados precios*

de las provisiones, «por el autor del *Ensayo sobre el principio de la población*».

En el verano del año siguiente a la publicación del *Ensayo*, Thomas viaja con varios amigos, entre ellos William Otter, a los países nórdicos, donde además de pasear se dedica a hacer numerosas observaciones referentes a sus puntos de vista sobre la organización y la estructura social. El nuevo siglo se inicia en forma aciaga para él; poco después de su regreso de Escandinavia, en noviembre de 1799, su padre muere de forma repentina el 5 de enero de 1800, probablemente de un ataque cardiaco, y tres meses después su madre, enferma desde hacía algún tiempo, sigue a Daniel Malthus al cementerio. Fueron enterrados, uno al lado del otro, en el jardín de la iglesia de Wotton.

En la primera ocasión en que le fue posible viajar (el verano de 1802), Thomas organizó un paseo familiar por Europa para despejar de su mente las presiones de la publicación de sus dos trabajos anónimos, así como la fresca memoria de la muerte de sus padres. En este viaje los acompaña Harriet Eckersall, nieta de una tía de Thomas, 10 años más joven que él, notablemente atractiva y de excelente carácter; aunados estos atributos al estado de ánimo de Thomas, se dieron todos los elementos para el inicio de una relación sentimental entre ellos. Sin embargo, la pensión que Thomas tenía como *fellow* del Colegio de Jesús cesaría en el momento en que contrajera matrimonio y, ciertamente, los ingresos de la capilla de Wotton no eran suficientes para sostener a una familia… En congruencia con sus ideas acerca de que las parejas deberían contraer matrimonio solamente cuando tuvieran los medios para subsistir como familia, dejó el romance con Harriet en suspenso.

La segunda edición del *Ensayo* salió a la luz pública en 1803, ahora sí con su nombre como autor y en forma de libro con 610 páginas. Su costo también fue diferente del de la primera edición: ahora estaba valuada en una guinea y media por ejemplar; la guinea era una denominación no oficial con la que, sin embargo, era más «distinguido» (y más caro) cobrar, puesto que la guinea equivalía a una libra más un chelín. Esta edición difiere tanto de la primera que prácticamente puede ser considerada una obra diferente. En ella, Malthus reitera su argumento de que la sobrepoblación debe ser controlada por «prudencia» en el matrimonio, y no ya por los dramáticos controles que significan las epidemias y el hambre. Insiste también en que la única forma de propiciar el progreso y la mejoría de las condiciones de las clases pobres es mediante una educación y la preparación que permita a las personas casarse a una mayor edad, cuando tengan los recursos económicos para hacerlo y puedan regular el tamaño de sus familias en función de los recursos económicos de que dispongan.

Comenté anteriormente que la reacción de los economistas y los pensadores sociales a la primera edición del *Ensayo sobre el principio de la población* fue tan violenta que Malthus se sintió en la necesidad de publicar inmediatamente la segunda edición, para aclarar y justificar algunos de los conceptos más atacados. Pues bien, la reacción a la segunda y a las posteriores ediciones no fue muy diferente, aunque estuvo basada en un mejor entendimiento de lo que Malthus quería comunicar, y por lo tanto fue más equilibrada. El pensamiento clerical condenaba las ideas de Malthus acerca del control poblacional, incluso la de casarse a una mayor edad, como un reto al mandato bíblico de reproducirse y al logro de la función única de la mujer en el mundo, que era la procreación. Igualmente, muchos sectores conservadores de

la sociedad inglesa veían con enorme recelo las bien definidas ideas liberales de Malthus, que proponían la educación universal y gratuita de toda la población a fin de que todos tuvieran las mismas oportunidades para prepararse. Por otro lado, varios grupos liberales no podían olvidar algunas afirmaciones (muy desafortunadas) que Malthus había hecho en su primera edición y que no aparecieron en las subsecuentes, acerca del carácter «redundante» de los pobres y desposeídos, por lo que lo acusaban de reaccionario y retrógrado. Sin embargo, la mayor debilidad en la argumentación de Malthus residía en haberle dado una importancia exagerada a un solo factor (el desequilibrio entre el crecimiento poblacional y los recursos), minimizando u olvidando el papel (que demostró ser con el tiempo muy importante) que desempeñan otros componentes tecnológicos, sociales y económicos.

El control de la población empieza en casa

Poco después de la publicación de la segunda edición del *Ensayo*, Malthus recibió una oferta que cambiaría buena parte de su vida. Su primo Richard Dalton (hermano de Jane Dalton, quien vivió con los Malthus muchos años cuando Thomas era más joven) le pidió hacerse cargo de la rectoría de la iglesia de Walesby en el condado de Lincolnshire, al morir el antiguo rector. Esta posición significaba un ingreso anual de 300 libras, muy superior al que recibía por el curato de Okewood. Dado que el nuevo puesto que Thomas aceptó requería un administrador, contrató los servicios de un tal George C. Tennyson, abuelo del famoso poeta Alfred Tennyson.

Para Thomas la limitación económica que le impedía contraer matrimonio se había disipado; ahora podía prescindir de la mensualidad que el Colegio de Jesús de la Universidad de Cambridge le proporcionaba. Por lo tanto, el reverendo Thomas Robert Malthus, de 38 años de edad, desposó a Harriet Eckersall, de 28 años, en la iglesia de Claverton, en donde él había asistido por primera vez a la escuela. La ceremonia matrimonial tuvo lugar el jueves 12 de abril de 1804 a cargo del reverendo Robert C. Taunton, un amigo (y futuro miembro) de la familia Malthus. Después de la boda, la nueva pareja se dirigió en carruaje hacia el norte de Lincolnshire para hacerse cargo de la rectoría de Walesby. Por razones que no resultan muy claras, los Malthus se ausentaban por largos periodos de Walesby y la atención que Thomas dio a los menesteres de la iglesia fue también esporádica. Durante el tiempo de su rectorado en Walesby solamente ofició dos bodas; seguramente, el que un cura con labio leporino oficiara la boda no era de particular atractivo para las parejas, en especial si la novia ya estaba embarazada… ¡La superstición hacía correr a las futuras madres un grave peligro de tener hijos con el mismo defecto!

El primogénito de los Malthus, Henry, nació el 16 de diciembre de 1804, ocho meses después del matrimonio; en una carta Thomas comenta el arribo de su hijo como un nacimiento prematuro. El alumbramiento ocurrió en Bath, adonde Harriet quiso viajar un par de meses antes, para estar acompañada durante y después del parto por su familia, que vivía en dicha población. Un poco antes de la llegada de su primogénito, Thomas tuvo que pasar el penoso trance de administrar el último sacramento a su querido ex tutor, Richard Graves, el 23 de noviembre.

Por esos tiempos, el gobierno británico había decidido la fundación del Colegio [de la Compañía] de las Indias

Orientales (East India College), que tenía como propósito la preparación de los servidores públicos para trabajar en las colonias británicas, en especial en la India. El colegio fue establecido en 1804 en el Castillo de Hertford, situado en la población de ese nombre y cerca de la actual Haileybury. Al año siguiente se empezó a formar el cuerpo docente y, en este proceso, en junio de 1805, Malthus recibió el ofrecimiento de un puesto permanente como profesor en las asignaturas de historia general, política, comercio y finanzas. Thomas aceptó gustoso el puesto ya que, además de serle mucho más atractivo que la rectoría de Walesby, le ofrecía un sueldo más elevado (500 libras anuales, más casa y comida). Malthus se mudó de hogar para ir a Hertford con su hijo Henry y Harriet, ya embarazada de su segundo crío.

Emily Malthus nació el 5 de julio de 1806, menos de un año después de la llegada de la familia a Hertford y casi al mismo tiempo que apareciera la tercera edición del *Ensayo,* notablemente ampliada a tres volúmenes. En diciembre del año siguiente nació la última hija de los Malthus, Lucy, simultáneamente con una nueva (la cuarta y ciertamente no la última) edición del *Ensayo*. Thomas cumplió en su vida personal las ideas que preconizaba en su libro acerca de restringir el tamaño de la familia, lo cual, en una época de poca educación acerca de la fisiología humana y de desuso (que no carencia) de medios anticonceptivos, significaba una admirable continencia matrimonial.

La vida familiar de los Malthus en Hertford transcurrió en general apaciblemente, con la rutina diaria de los cursos cortada tan sólo por las esporádicas rebeliones de los estudiantes del colegio, cuyas absurdas reglas disciplinarias produjeron varios motines, incluso armados, de los exasperados pupilos.

Malthus siguió publicando nuevas ediciones, cada una con más aclaraciones y correcciones (hasta llegar a la sexta, en 1826), que convirtieron el panfleto original de la primera edición del *Ensayo* en un grueso volumen. Con las nuevas ediciones, Malthus fue reforzando la idea de una relación inversa entre el nivel económico y el tamaño de la familia, y propuso esta relación como la clave para la solución del problema poblacional. A esto unía su firme convicción de que las clases pobres deberían tener acceso a una mayor educación para que, por esta vía, se alcanzara una dotación más amplia de recursos económicos, con la consiguiente mejoría del nivel general de vida de la población. En un tiempo en el que las diferencias de clase y de nivel económico determinaban una sociedad altamente elitista, Malthus adquirió fama de ser un obstinado defensor de la educación universal y libre como única vía de escalamiento social para sus compatriotas.

FIGURA IV.13. *David Ricardo (1772-1823). Economista inglés.*

Sus puntos de vista teóricos, incorporados al pensamiento de otro economista de la época y buen amigo suyo, David Ricardo (figura IV.13), sirvieron de base para el establecimiento del concepto de salario mínimo. De cualquier manera, su *Ensayo sobre el principio de la población*, obra tan controvertida en su tiempo y aun en el presente, marcó el inicio de la demografía moderna.

A pesar de lo chocante de algunas de sus ideas, no resulta inmediatamente evidente por qué Malthus atrajo tal cantidad de ataques y críticas, muchos de ellos en verdad virulentos. Lo fundamental de algunas de las ideas propagadas por Malthus había sido ya propuesto, como él mismo lo reconoce en el prefacio de su *Ensayo…*, en el mundo griego y en la modernidad, por personajes tales como Montesquieu en

Francia, Benjamin Franklin en las colonias norteamericanas y sir James Steuart en Inglaterra. Sin embargo, las reflexiones de todos ellos pasaron totalmente inadvertidas. Es posible que el lenguaje utilizado por ellos, o más bien los tiempos distintos, hayan marcado la diferencia en la forma en que fueron recibidas las ideas de Malthus.

Si los ataques de sus colegas (filósofos sociales, economistas políticos y demógrafos) lo atribulaban, como clérigo que era le resultaba aún más difícil encarar las duras críticas de los religiosos fundamentalistas que encontraban alarmante la visión presentada en su libro, ya que en él los seres humanos formaban parte del mundo biológico, como una especie más entre muchas otras, cuyos instintos eran difíciles de controlar, tenían limitaciones y taras físicas, aunque eran capaces de progresar y mejorar si la sociedad establecía mecanismos para ello.

A pesar de las tenaces críticas sociales a sus ideas, los honores al pensador creativo y brillante se dieron uno tras otro. El 5 de mayo de 1818, la Real Sociedad lo eligió como miembro, y en 1826 fue aceptado en la Real Sociedad de Literatura como asociado real. En 1825, Thomas y Harriet sufrieron la dolorosa pérdida de su hija menor Lucy, a los 17 años, víctima de tuberculosis. Como parecía ser la costumbre después de estos sucesos de dolor familiar, los Malthus deciden ir de viaje a Holanda y a Alemania. Sin embargo, el dolor y la edad cobran su cuota en la salud, cada vez más deteriorada, de Thomas. A mediados de diciembre de 1834, preocupado por la salud vacilante de su suegro, viaja a Bath para visitarlo y arreglar que pasen juntos la Navidad en Londres. Recién llegado a Bath, Thomas sufre un ataque al corazón que lo confina a la cama.

El jueves 1.º de enero de 1835, el famoso diario inglés *The Times* publica la siguiente nota en su obituario: «El 29 del pasado mes, en Bath, después de una corta enfermedad, el reverendo Thomas Robert Malthus…». Sin embargo, la austeridad de la nota de *The Times* es preferible a la frivolidad con que el *Morning Post* dio la noticia del deceso en su columna de «alta sociedad», «expresando sus sentimientos» por la muerte, seguida de comentarios sobre las exitosas carreras de galgos en Sussex. La frialdad con que la sociedad británica recibió la noticia de la muerte de Malthus es representativa del tratamiento que este connotado economista ha recibido siempre.

El reverendo Thomas Robert Malthus, M. A., F. R. S., profesor de historia y economía política del East India College, fue sepultado en la abadía de Bath el 6 de enero de 1835. Su epitafio fue escrito por William Otter, amigo desde Cambridge y arzobispo de Chichester:

VIVIÓ UNA VIDA SERENA Y FELIZ DEDICADO A LA BÚSQUEDA Y LA COMUNICACIÓN DE LA VERDAD, SOSTENIDO POR UNA TRANQUILA Y FIRME CONVICCIÓN DE LA UTILIDAD DE SU TRABAJO, SATISFECHO CON LA APROBACIÓN DE LOS SABIOS Y LOS BUENOS.

El epitafio resulta pomposo y totalmente ajeno al carácter reservado y modesto de Malthus. Para evaluar al hombre y su obra, es más apropiado usar las palabras con las que John Stuart Mill describió en 1844 el trabajo de Malthus: «Aunque parezca paradójico, es históricamente correcto aseverar que sólo a partir del *Ensayo sobre el principio de la población* del señor Malthus ha sido dable considerar, por los hombres reflexivos, la condición económica de las clases trabajadoras como susceptible de mejoría permanente».

En el momento de la muerte de Malthus, Charles Darwin se encontraba a bordo del *Beagle* y se dirigía al archipiélago de los Chonos y a la isla de Chiloé, después de haber dado la vuelta, casi 10 meses antes, al agudo extremo sur de nuestro continente, explorando con todo detalle la intrincada geografía del tormentoso estrecho de Magallanes.

V. La del misterio de los misterios

¿Buena suerte o destino?

No hay duda de que el azar puede, a veces, representar un papel central en el desarrollo de los sucesos que marcan la historia de la humanidad. Éste fue el caso con la oportunidad que Charles Darwin tuvo de viajar en el *Beagle*, sin duda la experiencia más importante de su vida y elemento crucial para el desarrollo de sus ideas sobre la evolución y el origen de las especies.

Charles Darwin ingresó al Colegio de Cristo (Christ College) de la Universidad de Cambridge en el otoño de 1828, para iniciar lo que después calificaría como «los años más felices de mi vida». Con esto y sin saberlo, Charles dio un paso que resultaría fundamental en su vida, pues allí tuvo la oportunidad de conocer a John Stevens Henslow, su tutor y profesor de botánica. Henslow era 13 años mayor que él, y aparte de estimular y acrecentar ordenadamente su afición por la historia natural, fue el conducto clave para que Charles tuviera la oportunidad de realizar el viaje en el *Beagle,* el cual lo esperaba prácticamente a la vuelta de la esquina. Henslow se ganaba la vida como ministro anglicano e impartía cursos de botánica, que era lo que realmente le gustaba hacer y hacía muy bien, pues tenía una merecida fama de expositor claro y lúcido; esto último representó seguramente un contraste con los profesores de medicina que Charles tuvo que soportar en

Edimburgo, y debe de haber influido en el establecimiento de un afecto y una amistad que duraron toda la vida y que fueron intensificándose hasta la muerte de Henslow.

Otra razón por la que las relaciones de Charles con Henslow fueron excelentes desde un principio fue que éste descubrió en el joven estudiante universitario una cualidad que nadie había notado: una asombrosa capacidad de observación crítica. Henslow abría su casa todos los viernes en la tarde a los alumnos interesados en discutir aspectos de las ciencias naturales y les ofrecía té y bocadillos. El Club de Henslow era una excelente forma de avivar el intelecto de sus pupilos mediante la discusión de temas científicos de interés común y la atención de las necesidades e inquietudes personales de cada uno de ellos. Henslow era un verdadero conocedor de las ciencias naturales, ya que no solamente era experto en botánica y zoología, sino también estaba familiarizado con muchos temas de la química, la mineralogía y la geología, y se mantenía al tanto de los avances más recientes en cada una de esas disciplinas. Henslow influyó en Charles como futuro naturalista, probablemente no sólo por los conocimientos que le comunicó, sino también por su método de trabajo y por su carácter. Darwin relata en su *Autobiografía* que Henslow tenía «un juicio excelente» y que su mayor talento «radicaba en sacar consecuencias de largas y minuciosas investigaciones». También le impresionó su modestia: «No poseía ni el menor asomo de vanidad o de sentimientos mezquinos; no he conocido otra persona que pensara menos en sí mismo y en sus cosas». Darwin mismo no se diferenció mucho del modelo que vio en quien fue su tutor, profesor, consejero y protector. Sin mayores penas, pero también sin mayor gloria, Charles se graduó como bachiller en artes en enero de 1831.

Los cuatro años en Cambridge fueron fundamentales en la vida de Charles, aunque él mismo no lo hubiera planeado así. No solamente estableció la relación antes descrita con Henslow, sino que su tutor fue un factor importante para que Charles adquiriera confianza en sí mismo y en su capacidad, confianza que en esos momentos se tambaleaba, en especial por sus fracasos como estudiante y por la severa evaluación que de ello había hecho su padre, el exigente doctor Darwin. Henslow fue también responsable de que Charles cambiara lo que originalmente era una afición por la geología, en un sólido conocimiento de la materia. Por intermedio de su tutor, Charles conoció a Adam Sedgwick, uno de los geólogos más famosos de Gran Bretaña, con quien tuvo la valiosa oportunidad de realizar excursiones geológicas en el verano de 1831 al norte de Gales. Ésta era una región con una naturaleza mucho menos modificada por el hombre que su nativo Shropshire, en donde estimuló buena parte de su interés por la historia natural. En estas excursiones con Sedgwick a las montañas galesas, Charles adquirió no solamente conocimientos geológicos, sino también una especial capacidad de «hacerles preguntas a las rocas» para obtener información y definir hechos de los cuales pudiera extraer leyes generales.

En ese verano, Charles también se sumerge en la lectura cuidadosa de las obras de Lamarck y de la *Introducción a las ciencias naturales*, de John Herschel, una obra que era obligada para todo aquel que pretendiera iniciarse en la ciencia, ya que a Herschel se le consideraba el modelo de científico por su rigor y perfección metodológica. No obstante, lo que Charles leía con particular deleite eran las fascinantes narraciones de Humboldt de sus exploraciones científicas en el nuevo continente. Su mente galopaba en las fantásticas descripciones del famoso naturalista alemán en sus

visitas a sitios exóticos y maravillosos como las Islas Canarias y los volcanes humeantes de Tenerife. Algún día, pensó Charles para sí, visitaría Tenerife.

Cerca del fin del verano de 1831, Charles se hallaba en su casa, de regreso de una agotadora pero extraordinaria excursión a las montañas galesas con Sedgwick. Era una tibia tarde de agosto y el aire saturado de humedad producía un especial sentimiento de quietud. Se había desplomado cuan largo era en el mullido sillón de la sala y paladeaba una taza de té de Darjeeling, de sabor robusto, que era el que más le gustaba. «Charlie, te ha llegado un voluminoso sobre en el correo de hoy», le dijo su hermana Catherine cuando bajaba las escaleras rumbo a la sala; «aquí lo tienes, el sello de remisión es de Londres». Charles estiró el brazo desde su posición horizontal para tomar la carta de la mano de Catherine y de paso darle un tirón para atraerla y besarla; el ejercicio terminó con ambos hermanos desparramados en el sillón y desbordados de cariño fraternal. Habiéndose erguido y con Catherine al lado, Charles usó el índice como abrecartas; su intriga creció al ver que el sobre contenía dos sobres más. Uno incluía una carta de Henslow para Charles y el otro una carta de George Peacock, astrónomo también de la Universidad de Cambridge, dirigida a Henslow. Al principio Charles no entendió de qué se trataba. Decidió leer primero la de Henslow. Estaba fechada el 24 de agosto de 1831.

> Querido Darwin:
>
> Espero poder verlo pronto ya que desearía que acepte gustoso el ofrecimiento, que es muy posible que le hagan, acerca de un viaje a la Tierra del Fuego, para regresar por el Oriente. Peacock, quien habrá leído esta carta y se la remitirá desde Londres, me ha pedido que le recomiende a un joven naturalista como compañero del capitán FitzRoy, empleado por el gobierno para hacer un estudio de la costa del extremo sur de América. He mencionado que considero que usted es la persona mejor calificada que conozco que pueda aceptar dicha posición. Menciono lo anterior no sobre

la suposición de que usted sea un naturalista consumado, sino ampliamente calificado para colectar, observar y anotar cualquier cosa nueva que haya que registrar en historia natural. El nombramiento está a disposición de Peacock. El capitán FitzRoy quiere más bien (según lo entiendo) a un compañero que a un mero colector y no aceptará a nadie, no importa qué tan buen naturalista sea, que no se le recomiende sobre todo como un *caballero*. El recorrido durará dos años, y si usted se lleva una buena cantidad de libros, tendrá un muy buen viaje. En resumen, creo que nunca ha habido una mejor oportunidad para un hombre con espíritu de trabajo. No deje que lo asalten dudas o falsas modestias acerca de su capacidad, ya que le aseguro que usted es precisamente la persona que buscan. Considere que le ha dado el espaldarazo su guardián y afectuoso amigo,

J. S. Henslow

Las manos de Charles temblaban, había palidecido y tenía la mirada perdida. «Charlie, ¿qué te pasa?, estás demacrado», le preguntó Catherine. La entrecortada voz de Charles apenas podía articular alguna idea coherente. «No es posible… esta oferta… ¿por qué yo?… ¡dos años!…». Mientras leía la carta de Peacock, le dio a Catherine la de Henslow para que se enterara de qué se trataba. La carta de Peacock le daba más detalles acerca de lo que Henslow le había comunicado:

… El capitán Beaufort del Almirantazgo sabe de la propuesta de Henslow a usted y la aprueba del todo… el puesto está a su entera disposición… Espero que lo acepte, ya que es una oportunidad que no hay que perder… El capitán FitzRoy es un oficial experimentado y querido por su tripulación y ha contratado a costa de su propio presupuesto a un artista para que los acompañe en el viaje… El barco zarpará a fines de septiembre, de manera que no retrase su respuesta al capitán Beaufort y a los Lores del Almirantazgo… El puesto no incluye un salario, pero le serán dados un nombramiento oficial y todas las facilidades en el viaje…

La cabeza le daba vueltas a Charles en sentido opuesto a los giros de su estómago. Los comentarios de reserva de su hermana ante lo peligroso del proyecto solamente empeoraron su sentimiento de angustia.

Charles se debatía entre dos intuiciones contrapuestas: que se hallaba ante una ocasión única que le deparaba el destino, y

que su padre seguramente no le autorizaría a embarcarse en ese viaje alrededor del mundo. En ambas estaba en lo correcto. Sin embargo, después de una tensa discusión al respecto, el doctor Darwin había dejado, como era su costumbre y su carácter, un resquicio de esperanza en su argumentación contra la idea de que su hijo se embarcase: si alguien que fuera digno de su respeto avalaba el proyecto del viaje de Charles, él accedería. Quién mejor que Josiah Wedgwood II, el querido «tío Jos», magnánimo, comprensivo y ciertamente respetado por el doctor Darwin, para que intercediera como abogado de su causa. De nueva cuenta, la intuición de Charles funcionó de maravilla y la resistencia del doctor Darwin cedió ante la convincente argumentación de su cuñado Josiah (figura V.1). Una más de las piezas del aleatorio rompecabezas del destino de Charles había sido puesta en su lugar silenciosa y sutilmente.

Se ha interpretado, por varios estudiosos e historiadores, que la causa de la presencia de Darwin en el barco fue llenar el puesto de naturalista. No parece ser éste el caso, pues en la tripulación *ya existía* un naturalista, Robert MacCormick, uno de los médicos del barco. Otra hipótesis, más sencilla, de lo que pudo haber ocurrido, implica simplemente que la suerte tuvo un papel importante en el hecho de que Darwin viajara en el *Beagle* (figura V.2).

FIGURA V.1. *Josiah Wedgwood II (1769-1843). Alfarero inglés. Padre de Emma Wedgwood y tío de Charles Darwin.*

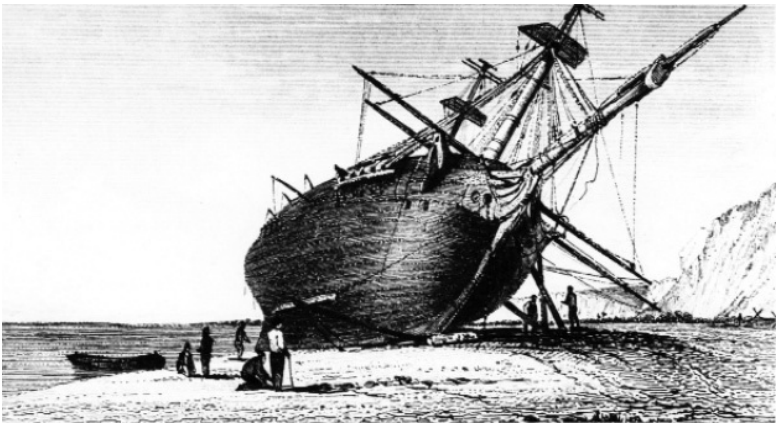


FIGURA V.2. *Dibujo del* Beagle *en tierra para reparaciones y mantenimiento.*

Era una costumbre en la Marina Real contar con un personaje que cumpliera el doble papel de atender la buena salud de la tripulación y, al mismo tiempo, realizar trabajos de tipo naturalista; es decir, recolectar especímenes de plantas, animales y rocas, así como obtener otros datos de interés

científico que se fueran encontrando en la travesía. MacCormick había tenido ya una amplia experiencia en este sentido en diversos viajes anteriores y había estado recibiendo correspondencia de un naturalista escocés, Robert Jameson, acerca de métodos para la recolección y preservación de especímenes durante el anterior viaje del *Beagle* a América del Sur. ¿Qué motivó que Darwin tuviera un lugar para viajar alrededor del mundo en el *Beagle*?

Largas travesías en un barco de vela de sólo 242 toneladas de capacidad es mucho para cualquier persona, en especial para el capitán del navío, quien, como era la rígida costumbre de esos tiempos, no podía entablar más que la conversación indispensable y restringida a aspectos de la travesía con sus subordinados, sin poder departir más ampliamente con ellos. Años de comer solo todos los días, de no tener alguien con quien comentar la belleza de la puesta del sol, o referirse a un pasaje del libro que se está leyendo, incluso discutir la trivialidad más rotunda… ¡No, esto era demasiado para Robert FitzRoy, capitán del *Beagle*, quien había oído demasiadas historias de capitanes desquiciados por la soledad de las largas travesías! De hecho, el anterior capitán del *Beagle* enloqueció y acabó suicidándose en un invierno particularmente deprimente después de permanecer tres años en el Pacífico sur. FitzRoy mismo tenía antecedentes familiares de desequilibrios mentales y suicidios. Nacido en una familia de alcurnia el 5 de julio de 1805, en el condado de Suffolk, ingresó a la Marina Real a los 14 años, y después de servir como oficial durante nueve años en el Mediterráneo y el Atlántico sur, fue promovido como segundo de a bordo en el *Beagle* para realizar su primera travesía a Tierra del Fuego.

Definitivamente, FitzRoy necesitaba un compañero, un *gentleman* de su misma clase social, con el que congeniara razonablemente y que no fuera parte formal de la tripulación,

para convivir con él durante el viaje. FitzRoy, quien tenía especial interés en demostrar la calidad científica de su viaje alrededor del mundo, pensó que el pretexto más honorable para contar con un compañero de viaje sería buscar a alguien que pudiera pasar por naturalista, a pesar de tener ya formalmente cubierta tal función con MacCormick.

Así fue como la propuesta de ocupar el sitio adicional para embarcarse en el *Beagle* llegó, no a Darwin, sino a John S. Henslow, quien por razones familiares no puede aceptar la oferta y la transmite a Charles, ofreciéndose para recomendarlo ante FitzRoy. Sin embargo, otra recomendación de un amigo de Charles a FitzRoy menciona que Darwin es un simpatizante de los *whigs*, una corriente política liberal que, entre otras cosas, pugnaba por cambios educativos y de formas de gobierno y por reformas electorales. FitzRoy, un *tory* convencido, contesta que el puesto ya había sido asignado a otra persona, un tal míster Chester, naturalista bastante reconocido. Esto fue un balde de agua muy fría en el entusiasmo naciente de Charles.

Después de todos los esfuerzos invertidos para lograr la autorización paternal y de las esperanzas puestas en el viaje, Charles decide ir de cualquier forma a Londres para tener una cita con FitzRoy en el Almirantazgo y hacer un intento más para lograr unirse a la travesía. El primer comentario que FitzRoy le hace a Charles al recibirlo en su oficina es: «Tiene usted suerte, Darwin; acabo de recibir una carta de mi amigo Chester, quien me comunica que le resulta imposible integrarse a la expedición». Después de sutiles exploraciones sobre la firmeza de las convicciones políticas de Darwin y de su disposición a tolerar las incomodidades del reducido espacio del barco, Charles es aceptado como el compañero de viaje de FitzRoy. Un caso claro de suerte tras coincidencia, tras suerte.

El argumento final que sostiene la anterior hipótesis es que, aunque al principio de la travesía MacCormick y Charles trabajaron juntos en la obtención de especímenes, muy pronto dejaron de entenderse y Darwin empezó a recolectar por su cuenta, contando para ello con el apoyo del capitán. Seguramente cansado de la situación, MacCormick se separó de la expedición en abril de 1832 (apenas cuatro meses después de zarpar de Plymouth), en Rio de Janeiro.

No pienso hacer una descripción detallada del viaje del *Beagle*, del cual existen, aparte del relato del mismo Darwin en su libro *Diario de las investigaciones sobre la geología y la historia natural de los países visitados durante el viaje del* H. M. S. Beagle, 1832-1836 *alrededor del mundo*, varias otras, incluyendo la del mismo capitán FitzRoy. Aunque no hay duda de que el viaje, como un todo, fue la experiencia más importante en la vida de Darwin, sólo haré mención de aquellas etapas que, en mi opinión, constituyeron sucesos especialmente importantes en el desarrollo de las ideas de Charles Darwin sobre la evolución y la selección natural.

El hombre que come con el capitán

El compañero de camarote de Charles resultó ser John Lort Stokes, un joven galés de 19 años, quien estaba a cargo de la elaboración de los mapas, parte esencial del trabajo cartográfico que el *Beagle* tenía comisionado realizar durante su travesía. Charles y Stokes se llevaron afortunadamente muy bien durante todo el viaje.

Parecía que el viaje nunca se iniciaría. Retrasos en el avituallamiento, seguidos de lo que parecían ser interminables tormentas que impedían que el barco zarpara,

atrasaron la fecha original de salida del *Beagle* del 4 de noviembre hasta después de la Navidad. Charles había agotado todo lo que se podía hacer en Plymouth para permanecer razonablemente ocupado en espera del buen tiempo para zarpar. La espera durante esos dos meses, en los que la angustia llegó a enfermarlo, le resultó un infierno. Finalmente, el 27 de diciembre de 1831, después de varios intentos fallidos de zarpar, al término del almuerzo, el viento del este hinchó las velas del *Beagle* y lenta, pero definitivamente, dejaron la bahía de Plymouth y las costas de Gran Bretaña por los siguientes cinco años.

La primera experiencia de Charles acerca de la vida disciplinaria de la Marina Real no se hizo esperar. Apenas habían perdido en el horizonte la costa de Plymouth, toda la tripulación fue requerida en la cubierta principal para presenciar el castigo que algunos miembros de la tripulación recibirían por haber descuidado sus obligaciones, después de la monumental borrachera adquirida el día de Navidad en el puerto. Algunos fueron degradados, mientras que otros recibieron hasta 45 azotes con el «gato de nueve colas», un látigo que no haría sonrojar de pena a un experto verdugo de la Inquisición. El espectáculo, obligatorio para todos los que viajaban en el barco, le revolvió a Charles el estómago, el cual se mantuvo en ese estado la mayor parte del primer mes de travesía, debido al mareo. Lo único que lo mantenía, dentro de la miseria de su mareo, con el deseo de seguir viviendo era el pensamiento de que pronto pondría pie en las Islas Canarias, de las que había leído tanto en los fascinantes relatos de Alexander von Humboldt durante su estancia en Cambridge.

El 7 de enero de 1832 avizoran el orgulloso pico del volcán Teide, en Tenerife; se dirigen a Santa Cruz, la ciudad principal de la isla para anclar y aprovisionarse, cuando, a la

entrada del puerto, una lancha tripulada por las autoridades locales les niega el permiso para desembarcar, ya que les habían llegado noticias de que se había desatado una epidemia de cólera en Inglaterra. Si querían desembarcar, les dijeron, tenían que observar una cuarentena de dos semanas, ya que los habitantes de las islas no deseaban arriesgarse a una epidemia de tal naturaleza. FitzRoy encuentra inaceptable la idea de esperar tanto tiempo simplemente para que Darwin tuviese la oportunidad de conocer las islas y de inmediato dirigen la proa al sur, hacia el archipiélago de Cabo Verde, también frente a la costa africana.

El desencanto de Charles fue mayúsculo; había soñado durante su estancia en Cambridge y en las animadas discusiones con John Henslow recorrer estas islas, conocer su exótica flora y fauna y, sobre todo, escalar sus numerosos volcanes y colectar rocas de ellos. Tampoco le fue dado tener un poco del deseado descanso del insoportable bamboleo marino. Sin embargo, debido a que el mar se tornó más considerado con su estómago y a que cada vez se acostumbraba más al movimiento del barco, Charles empezó a incorporarse a la vida normal del mismo y a tomar regularmente sus alimentos en compañía de FitzRoy. Sus primeras recolectas fueron de organismos marinos, atrapados con una red especial que él mismo fabricó a bordo, así como de algunos insectos, especialmente langostas migratorias, que eventualmente cruzaban el curso del barco. Pronto, como todos los demás a bordo, Charles se ganó apodos por parte de la tripulación. El primero y más respetuoso fue el de «filósofo»; el segundo, y que tenía que ver con sus intentos de recolectar insectos voladores a bordo, fue el de «cazamoscas»; pero en realidad, la tripulación empezó a distinguirlo como «el hombre que come con el capitán», ya que esto era lo más notable e inusitado para los marineros.

Cinco días después de alejarse de las Canarias, el *Beagle* avistó el archipiélago de Cabo Verde, frente a las costas de Senegal, y se dirigió a la isla de Santiago para desembarcar en Praia. Charles no tardó más que lo estrictamente necesario para poner pie en lo que era la primera tierra tropical en su vida. Se internó en la isla y sus sentidos se congestionaron con los colores, los aromas y los sonidos de multitud de flores, aves, insectos y plantas tropicales que veía por primera vez. La geología de la zona y en especial las formaciones volcánicas de la isla llamaron enormemente su atención. Por primera vez Charles durmió con la desbordante satisfacción de haber empezado a cumplir la función para la cual se había embarcado en el *Beagle*.

Las mil y una noches de verdad

Charles se integró del todo a la vida rutinaria de a bordo, aunque tardó en dejar la tarea de vestirse y desvestirse como un ejercicio de contorsionismo circense en el reducido espacio de su cabina, compartida con Stokes. Los intentos de rasurarse con su navaja de hoja libre en medio del bamboleo del barco lo dejan como si hubiera tenido un duelo de esgrima; como resultado, se deja crecer las patillas hasta la quijada. El 12 de febrero, rumbo a Brasil, la tripulación le celebra a Charles su aniversario número 23, el primero no de los dos originalmente planeados, sino de los cinco que celebraría a bordo del *Beagle*.

Sin embargo, ésta no fue la única (y ciertamente no la más festiva) de las celebraciones en que Charles participó al inicio de la travesía. El 17 del mismo mes, el barco cruza la línea del Ecuador y, como era costumbre en todos los barcos de la

Marina Real, los novatos que por primera vez la atravesaban tenían que recibir el bautizo del rey Neptuno. El rito consistía en cubrir de brea a los iniciados, mantearlos, hacerlos caminar con los ojos vendados en la plancha, pretendiendo que caerían al mar, bañarlos generosamente a cubetazos, etc. Los oficiales, incluido FitzRoy, participaban por igual en la contienda y recibían, también por igual, los cubetazos de agua. Ésta era la única oportunidad que tenía la tripulación de ponerse «a mano» con sus oficiales. Las festividades a bordo, más el hecho de que el barco avanzaba a una velocidad constante de 20 a 30 millas náuticas diarias, habían puesto a todo el mundo del mejor humor y se daba ya un espíritu de verdadero convivio entre todos.

Casi a fines de febrero, el *Beagle* se encontraba rodeado del bello caserío que subía por las colinas que forman el puerto de Salvador, ahora llamado Bahía, el primer punto de tierra firme brasileña que tocó el barco en su travesía. Ésta fue la primera oportunidad para Charles de penetrar en una selva; fue una experiencia que, después en sus memorias y en el relato del viaje, describe en forma arrebatada. Se sentía como en una gran catedral, con una enorme paz rodeándolo, y su vista no podía seguir un solo organismo en forma constante; cada nuevo animal o planta que se cruzaba ante el viaje de su mirada le robaba la atención para retrazar la ruta de sus ojos: de un insecto a una flor, de ésta a un ave y luego a otro nuevo insecto. Su azoro no tenía límites y sus manos y frascos no eran suficientes para recolectar todo lo que veía. Se hizo acompañar de Augustus Earle, el experto artista que FitzRoy había contratado en Inglaterra para reproducir con sus excelentes dibujos todos los aspectos de interés del viaje. Charles describe lo que vio de la siguiente forma: «El escenario de Brasil no es ni más ni menos que un relato de *Las mil y una noches*, con la ventaja de que esto es realidad».

La selva neotropical brasileña no es su única primera experiencia. También por primera vez en su vida se encuentra cara a cara con la esclavitud y, nuevamente, como con el castigo presenciado en el barco, experimenta una profunda náusea. Sus sentimientos al respecto, heredados de su padre y de su tío Josiah Wedgwood II, son firmes; tanto así que le ocasionan la primera pelea con FitzRoy, quien solamente veía ventajas en la posesión de esclavos africanos que, según él, «seguramente vivían mejor al cuidado de sus amos blancos que en las primitivas condiciones de sus países de origen». Después de su enojo, FitzRoy ofrece la pipa de la paz y le pide a Charles que vuelva a tomar los alimentos con él. En su estancia en Bahia tienen también la oportunidad de participar en un carnaval.

El 11 de marzo levan anclas para dirigirse hacia Rio de Janeiro, adonde arriban en los primeros días de abril. En esta zona es donde Charles tiene la mejor oportunidad de estudiar y recolectar especímenes de la selva, puesto que el barco estaría cartografiando la costa brasileña entre Rio y Bahia por casi tres meses. Durante este tiempo, Charles organizó diversas expediciones para recolectar cientos de ejemplares de insectos, aves, reptiles, plantas, etc. Como se recordará, en la estancia en Rio, MacCormick, el médico naturalista del barco, decide separarse del viaje y regresar a Inglaterra. Charles lo comenta en una carta a su hermana como «una pérdida que no notaremos».

Para tristeza de Charles, el *Beagle* finalmente leva anclas a principios de julio para dirigirse al sur, hacia la desembocadura del Río de la Plata, para visitar Montevideo, adonde llegan el 26 de julio. La capital del recién instaurado país, cuya constitución había sido promulgada sólo tres años antes, estaba en revuelta. La tripulación del *Beagle* es requerida oficialmente por el gobierno en el poder para

ayudar a contener a una partida de sublevados. Un destacamento del barco, que incluía a Charles, desembarca para reprimir la insurrección; pero cuando arriban al muelle los revoltosos desisten de su acción, de manera que Charles no tiene oportunidad de participar en lo que hubiera sido también su primera acción militar.

Los animales antediluvianos

La página del diario correspondiente al 16 de julio de 1832 tenía un texto muy breve: «Muy mareado. Peces voladores, delfines». Charles seguía sufriendo indeciblemente cuando el barco se encontraba en un mar agitado y empezaba a cabecear, elevándose para volver a hundirse entre montañas de agua. Apenas hacía unas horas que habían zarpado de Rio de Janeiro y ya se encontraban en alta mar, rumbo a la desembocadura del Río de la Plata. Le costaba mucho esfuerzo, en estas condiciones, realizar el trabajo que tanto le gustaba. Haciendo de tripas (que las tenía muy revueltas) corazón, se incorporó de su hamaca en la cabina de popa y salió a cubierta en el momento preciso en que una gran ballena, seguida de tres o cuatro más, lanzaba su potente chorro de agua antes de volver a hundirse grácilmente, a unos cuantos metros a babor del barco. «Diablos, lo intolerable que sería viajar en este barco si no fuera por estos espectáculos y por los benditos periodos en tierra», pensó para sus adentros. Su atención fue súbitamente atraída por un sonoro chasquido, como si toda la tripulación del *Beagle* se hubiera tirado por la borda al mismo tiempo: era un gran grupo de delfines que, saltando totalmente fuera del agua, volvían a zambullirse con gran estrépito una y otra vez; era una especie

de delfín desconocida que, con el tiempo, sería descrita por Darwin como *Delphinus fitzroyi*, en honor de su capitán.

Su estancia en la desembocadura del Río de la Plata tuvo una serie de percances menores con los militares y los marinos argentinos, percances que se resolvieron todos felizmente. Su mayor trofeo de la permanencia en esta zona fue el haber recibido, por el correo de Montevideo, un ejemplar del segundo volumen de los *Principios de geología* de Lyell.

El *Beagle* hacía frecuentes recorridos a todo lo largo de la costa argentina para obtener detalles cartográficos precisos y realizar mediciones cronométricas. En uno de los viajes hacia el sur de Buenos Aires, a principios de septiembre, Darwin desembarcó en Bahía Blanca, mientras el barco seguía su ruta al sur, cartografiando la costa de la Patagonia. No había mucho más que un destacamento militar en unas barracas rodeadas de una especie de fortificación muy rudimentaria. La inusitada profesión de Charles («un naturalista») despertó cierta inquietud en el encargado del destacamento, inquietud que no tardó mucho en disiparse cuando se dio cuenta de que el interés de Charles se restringía a recolectar plantas y a golpear con su martillo de geólogo cuanta roca se le ponía enfrente. ¡Y vaya que sí tuvo oportunidad de usar su martillo!

La zona de Bahía Blanca en general, y particularmente un promontorio formado de material suelto y grava conocido como Punta Alta, fue la localidad más pródiga en hallazgos fósiles de todo el viaje de Darwin alrededor del mundo. Un gran hueso que salía de una cara desmoronada del promontorio fue lo primero que llamó la atención de Charles. Se acercó y empezó a desenterrarlo con la ayuda de su martillo; apenas lo había logrado zafar de su relativamente suelta trampa de arena y grava, cuando se desprendieron más

huesos; al extraerlos, otros más quedaron expuestos. Charles no podía creer lo que sus ojos veían: estaba ante un depósito de huesos fosilizados como nunca antes había visto… o leído. Poseído de una súbita fiebre de entusiasmo, sus brazos moviéndose como aspas de molino, extrajo más y más huesos: colmillos, un gran fémur, una parte de un cráneo, todos de enormes dimensiones; parecía que estuviese descubriendo, una por una, las piezas de un gran rompecabezas descoyuntado al que Charles no podía darle sentido.

Poco a poco y con la ayuda de Syms Covington, quien había sido contratado como violinista del barco y camarero de popa, y quien pronto se convertiría en su asistente durante la mayor parte del viaje y por varios años después del mismo, Charles fue ordenando sobre el piso de una pequeña parte plana los huesos que habían extraído de la arenisca. ¡Era un animal enorme! Faltaban muchos huesos aún, pero había los suficientes para que se percatase de que estaba frente a un animal «megateroide». Su entusiasmo fue tal que Syms y él permanecieron cavando toda la noche, apenas iluminados por unas cuantas lámparas. Éste sería el primer megaterio que formara parte de la colección de un museo británico; el otro existente se encontraba en el Museo de Historia Natural de Madrid.

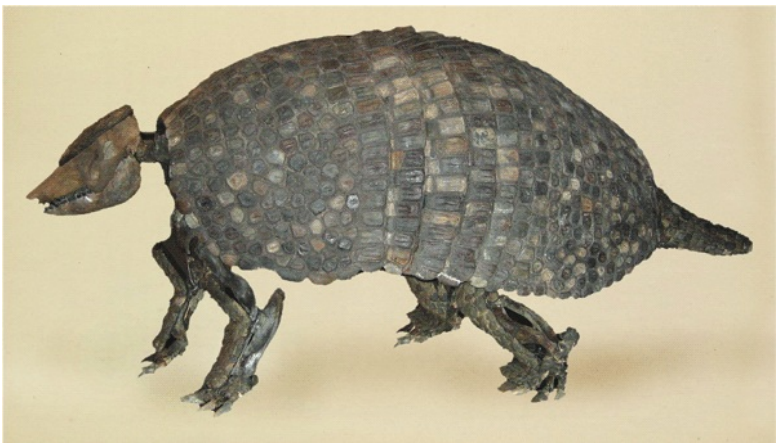


FIGURA V.3. Glyptodon.

Después de varios días de arduas excavaciones, Darwin había desenterrado partes de numerosos animales que le daban la sensación de haberse achaparrado. La mayoría eran animales que se asemejaban a algunos vivos, aunque de dimensiones mucho mayores. ¡Se había topado con todo un cementerio de una fauna casi totalmente desconocida, evidentemente extinta desde hacía mucho! Descubrió partes de un perezoso gigante, un *Megalonyx* y un *Scelidotherium*. Otro, muy parecido a un hipopótamo, era un *Toxodon*, y había una de las piezas preferidas de Charles: el *Glyptodon*, o armadillo gigante (figura V.3). Encontró también colmillos de un paquidermo ya extinto (el *Mylodon*) y una especie de guanaco de la alzada de un camello. Le intrigó en especial haber encontrado los restos fósiles de un equino. Sabía que los caballos modernos no habían arribado al continente americano hasta su descubrimiento por los europeos. Sin embargo, tenía una prueba irrefutable de que estos animales poblaron el continente en un pasado muy remoto.

El aspecto intrigante para Darwin respecto a estos fósiles era que, a pesar de ser evidentemente especies diferentes de cualquier animal viviente, se parecían, en algunos casos mucho, a sus correlatos vivos, que eran a todas luces de tamaño menor. Charles calculó, basándose en el método de comparación de especies vivas y extintas que Lyell había desarrollado para determinar las edades de estratos geológicos, que los fósiles se hallaban en un depósito del Terciario inferior. Confirmó también la ley propuesta por Lyell acerca de que los mamíferos eran, en general, más recientes que los moluscos. Escribió en su diario: «No tengo la menor duda de que esta fabulosa relación, presente en el mismo continente, entre las criaturas desaparecidas y las vivas, arrojará más luz de aquí en adelante sobre la aparición

de seres orgánicos en la Tierra y su desaparición de ella». ¿Significaba todo esto que las especies se enfrentaban a un proceso de cambio constante y que algunas de ellas no subsistían a dicho proceso? ¿Dónde estaban todas estas especies en el momento del diluvio universal? ¿Eran las especies de la Creación bíblica realmente inmutables?

Si recolectar los especímenes fósiles fue una ardua tarea aun con la invaluable ayuda de Syms, llevarlos al barco y especialmente acomodarlos en algún lugar seguro resultó una odisea para Charles, quien tuvo que recurrir a lo más selecto de sus dotes diplomáticas y de relaciones humanas con John Wickham, el lugarteniente del barco, que veía, por quinta vez en una semana, su inmaculada cubierta enlodada y rayada por los pesados huesos extraídos por Darwin en Punta Alta. Antes de abandonar la costa oriental de Sudamérica, Darwin tuvo oportunidad de encontrar otras zonas con restos fósiles, tanto en las pampas como al norte de Buenos Aires y en el río Paraná. Su comentario al respecto fue el siguiente: «No le queda a uno más que concluir que toda el área de la pampa es un enorme cementerio de estos gigantescos cuadrúpedos desaparecidos. Sin embargo, la corteza terrestre no debe ser considerada como un museo atestado de especímenes, sino como una colección muy pobre, hecha al azar».

Aunque para Charles el trabajo de índole naturalista con animales y plantas era central, resultaba innegable que todavía se encontraba bajo la influencia de las expediciones geológicas que había realizado con Sedgwick en el norte de Gales y que seguía inmerso en la fascinación de las ideas de Lyell expresadas en el primer volumen de sus *Principios,* que llevaba consigo desde el inicio del viaje. La geología lo entusiasmaba sin límite; de hecho, aparte del libro con sus memorias del viaje, Charles publicó tres obras más como resultado del mismo sobre temas geológicos: en 1842,

Estructura y distribución de los arrecifes coralinos; en 1844, *Observaciones geológicas sobre las islas volcánicas visitadas en el viaje del* Beagle, y en 1846, *Observaciones geológicas sobre Sudamérica*.

Enfrentamiento con dogmas

El último día en Bahía Blanca Charles apenas tuvo tiempo, después de volver a verificar sus notas de campo acerca de las recolectas de los recién adquiridos fósiles, para alistarse, vistiendo su mejor ropa, como toda la tripulación lo hacía, con objeto de asistir al servicio religioso dominical que, una vez al mes, era ofrecido por el capitán FitzRoy. En la lectura de la Biblia, el capitán concluyó con algunos pasajes iniciales del Génesis:

> En el principio crió Dios los cielos y la tierra… Y dijo Dios: Produzcan las aguas reptil de ánima viviente, y aves que vuelen sobre la tierra, en la abierta expansión de los cielos… Y crió Dios las grandes ballenas, y toda cosa viva que anda arrastrando, que las aguas produjeron según su género, y toda ave alada según su especie: y vio Dios que era bueno… y dijo Dios: Produzca la tierra seres vivientes según su género, bestias y serpientes y animales de la tierra según su especie: y fue así…

Charles había no solamente oído, sino leído, decenas de veces estos versículos desde que tenía uso de razón; pero hoy, como nunca antes en el pasado, se sintió incómodo con lo que oía de boca de FitzRoy. Los especímenes y la información que había estado recolectando en las costas y planicies argentinas no concordaban con lo que la Biblia explicaba respecto al origen y la edad de las especies. Charles vivía la angustia, aunque también la irrefrenable fascinación, de empezar a enfrentar un dogma, no con otro dogma, sino con

pruebas aún inconclusas y desmembradas, pero irrefutables. A fines de noviembre de 1832, el *Beagle* enfiló hacia las islas Malvinas (o Falkland para los ingleses) para su primera expedición al extremo sur de la costa argentina y de Tierra del Fuego. FitzRoy tenía planeado ahí, desde hacía años, y después del último viaje del *Beagle* a estas regiones, realizar un experimento por demás peculiar. En su visita anterior a las islas que componen el territorio de Tierra del Fuego, el *Beagle* había recogido a cuatro nativos de la zona: tres hombres y una mujer que fueron llevados de regreso a Gran Bretaña, un poco como trofeos de caza. Uno de los hombres murió en un hospital en Inglaterra. Después de unos años de vivir en Gran Bretaña, FitzRoy pensaba regresar a los tres sobrevivientes, una vez expuestos a los beneficios de la civilización occidental y la religión cristiana, para que, acompañados de un misionero, empezaran la sublime tarea de civilizar y cristianizar a los habitantes de Tierra del Fuego. La idea rezumaba ingenuidad e ignorancia, resultado de la petulancia de considerar a la civilización europea como el dogma que había que imponer en todo el mundo. Hasta los nombres impuestos a los tres nativos de Tierra del Fuego revelaban la ridiculez de la idea de FitzRoy: los dos hombres habían sido «bautizados» como York Minster y Jemmy Buttons, y la mujer como Fuegia Basket. Un joven e inexperto clérigo, Richard Matthews, había sido elegido por la Sociedad Misionera de la Iglesia anglicana como el misionero que aseguraría que la semilla de la civilización y el cristianismo que FitzRoy sembraría en Tierra del Fuego germinara y diera frutos.

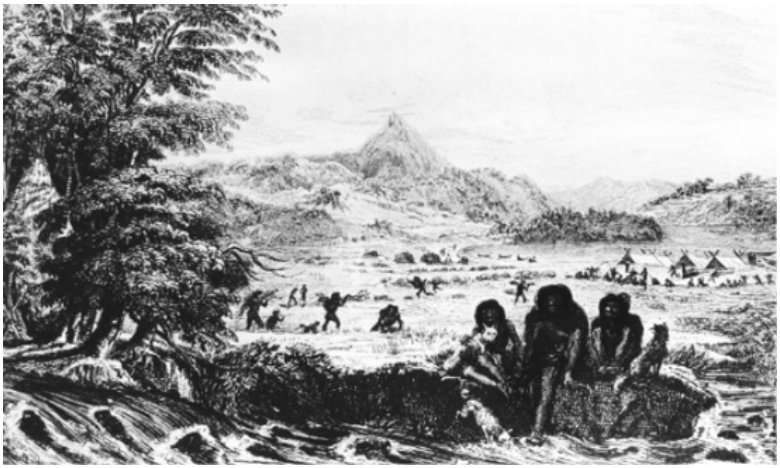


FIGURA V.4. *Fueguinos en Woollya.*

La expedición se dirigió primero a Tierra del Fuego a depositar su carga de ilusiones redentoras en una de las múltiples islas que conforman este territorio eternamente batido por el viento, de donde los tres fueguinos fueron recogidos años atrás. La travesía hacia el estrecho de Magallanes resultó un martirio por lo revuelto del mar y las constantes tormentas, a pesar de ser pleno verano. En este trayecto el *Beagle* corrió el más serio peligro de naufragar, del cual salió inerme gracias a la gran pericia como piloto de FitzRoy. Después de un mes de luchar contra una eternamente mutable cordillera de olas, llegaron al estrecho.

La Sociedad Misionera proveía a la nueva misión de una enorme cantidad de vituallas y enseres, algunos evidentemente necesarios, muchos otros signo de la triste ignorancia de lo que se pretendía hacer en este extremo austral del mundo. Así, para regocijo de los marineros del *Beagle*, se desembarcaron, entre otras cosas, bacinicas de porcelana, charolas delicadamente decoradas para servir el té, frágiles soperas y copas de cristal, manteles de lino, etcétera.

Después del desembarco de personas y carga se levantaron, con la participación de la tripulación del barco, las cabañas

que constituirían la primera base de la misión, con un misionero Matthews preñado de aprensión, tres nativos que volvían a encarar las condiciones primitivas de las que habían salido, pero ahora casi sin poder comunicarse con sus parientes y conocidos, pues en el esfuerzo por aprender inglés su lengua original estaba enmohecida, y un grupo de nativos que rodeaban a los recién llegados con un círculo de suspicacia, curiosidad y envidia. Después de cultivar un pedazo de tierra y plantar hortalizas inglesas, FitzRoy dejó la misión para cartografiar porciones desconocidas del estrecho.

Tras unas semanas de trabajo cartográfico en el laberinto de islas y estrechos que forman esta punta sur del continente americano, el *Beagle* retornó a la recién establecida misión de Tierra del Fuego. Las construcciones que habían erigido estaban casi demolidas; la huerta, arrasada; varios nativos decoraban su cabeza o su cuerpo con pedazos de los manteles de lino y las mantas escocesas enviadas por la Sociedad Misionera; una mujer llevaba el vestido que pertenecía a Fuegia. Alarmado, Fitzroy desembarcó buscando a Matthews, quien apareció bastante maltrecho, pero todavía de una sola pieza; lo habían atacado para quitarle todas sus posesiones personales y las de la misión, amenazándolo de muerte. FitzRoy decidió que sería demasiado riesgo para el joven Matthews quedarse en Tierra del Fuego, y con ello concluyó que su experimento evangelizador no había funcionado. Unas cuantas semanas bastaron para esfumar el vano proyecto de FitzRoy.

Después de navegar y estudiar la Tierra del Fuego, se dirigieron a las islas Malvinas para cartografiarlas. Estas islas habían sido ocupadas unos años antes por colonizadores argentinos que establecieron una próspera colonia que vivía de criar ovejas. Para su gran sorpresa, vieron de lejos ondear una bandera británica en el puerto, en lugar de la argentina.

Al desembarcar se enteraron de que el año anterior el *Lexington*, una corbeta estadunidense, había asaltado y destruido el poblado, de manera que los colonos argentinos tuvieron que refugiarse en el interior de la isla. El barco inglés *Clío*, cuya tripulación les dio la bienvenida, había arribado recientemente para reclamar las islas como territorio británico y encontrado la población abandonada. Aún anclados en las Malvinas, FitzRoy decidió comprar con su propio dinero un barco casi del tamaño del *Beagle*, que se ofrecía en excelentes condiciones, y otra embarcación más pequeña, para acelerar el arduo trabajo de prospección de las costas sudamericanas que le esperaba; sabía bien que si no dividía el trabajo entre varias embarcaciones nunca terminaría en los años proyectados la misión que tenía encomendada.

LOS CORREOSOS GAUCHOS

De las Malvinas, el *Beagle* y sus dos nuevos barcos acompañantes tomaron rumbo al norte para volver a visitar la desembocadura del Río de la Plata. Mientras el grupo de barcos continuaba su labor de reconocimiento de la costa sudamericana del Atlántico, Charles organizó varias excursiones por tierra; una de ellas ocurrió en territorio uruguayo, de Montevideo a Maldonado y a Mercedes, tierra adentro. La segunda fue desde El Carmen, al sur de Bahía Blanca, hasta Buenos Aires, a través del corazón de la inmensa pampa argentina. En este viaje, que duró casi siete semanas, Charles dedicó su atención a tratar de entender la geología de las pampas, a hacer detallados estudios del comportamiento de muchos animales, en especial del ñandú

(ave muy parecida al avestruz africano y al emú australiano) y a establecer una gran amistad con los gauchos, a los que consideraba compañeros resistentes, correosos y confiables como botas viejas. En esta travesía tuvo por necesidad que conocer y tratar al general Juan Manuel de Rosas, una figura política y militar muy controvertida que controlaba toda la zona de las pampas con su ejército y quien le dio salvoconducto y protección durante su recorrido de más de 1000 kilómetros hasta Buenos Aires. Rosas era hijo de la familia más rica de Buenos Aires, autodidacto, de rígida disciplina, extremadamente popular entre los gauchos a los que comandaba; años antes había sido gobernador de la provincia de Buenos Aires y ahora fungía, por su propia decisión, como comandante de un ejército mercenario que tenía por propósito exterminar a los nativos del sur de Argentina, pues estorbaban el expansionismo de los grandes terratenientes argentinos, entre ellos Rosas mismo. El genocidio de los nativos argentinos fue muy eficaz bajo las órdenes de Rosas, quien un par de años después se convirtió, por clamor público, en dictador de Argentina por los siguientes 17 años, durante los cuales ejerció un gobierno de terror y de represión y en los que se enredó en guerras con los países vecinos, así como con Inglaterra y Francia. Finalmente, un golpe de Estado lo derrocó y tuvo que refugiarse en Inglaterra, en donde murió.

FIGURA V.5. Rhea darwinii.

El final del invierno de 1833 sorprendió a Darwin en medio de la pampa argentina. El tiempo utilizado en las largas caminatas de la travesía y la quietud de los atardeceres pampeños fue sedimentando los primeros pensamientos de Charles respecto al problema de cómo surgen las especies. Sin embargo, las preguntas que se formuló sólo pudo contestarlas cinco años después, en su apartamento de Londres, a la luz de la inspiración de Malthus. En su diario de investigación registró el siguiente pensamiento: «Cada animal se reproduce regularmente en su estado silvestre; sin embargo, en una especie bien establecida, cualquier incremento significativo del tamaño de su población resulta intolerable y debe ser controlado de alguna manera. A pesar de esto, nos encontramos imposibilitados para determinar, respecto a una

especie dada, en qué momento de su vida ocurre este control, o en qué época del año o incluso cuál es la naturaleza de su acción». Lenta pero firmemente, las dudas acerca de la inmutabilidad de las especies crecían y las ideas respecto a la forma en que se deberían originar nuevas especies a partir de otras ya existentes se iban formando en la mente de Darwin.

A fines de octubre de 1833 Charles llegó a Buenos Aires, en donde se embarcó rumbo a Montevideo para reunirse con el *Beagle*, que ya lo esperaba para zarpar nuevamente hacia el sur. El dibujante de la expedición, Augustus Earle, tuvo que abandonar el viaje en Montevideo debido a su muy deteriorada salud. Afortunadamente, FitzRoy encuentra a otro artista, el excelente paisajista y acuarelista londinense Conrad Martens, quien se une a la tripulación rumbo al cabo de Hornos en este viaje alrededor del mundo.

El 7 de diciembre de 1833 zarparon del delta del Río de la Plata hacia el sur, nuevamente rumbo a las islas Malvinas, Tierra del Fuego y el cabo de Hornos. A pesar de que intentaron la travesía del cabo en pleno verano, se encontraron con furiosas tormentas, llegando a tener a veces el cordaje del barco helado y la cubierta llena de nieve. FitzRoy, aún con la esperanza de rescatar a los fueguinos, visitó la isla en donde vivía Jemmy Buttons; lo encontró escuálido y sin traza alguna de sus ropas o costumbres británicas, amable pero renuente a regresar al barco y abandonar su vida en Tierra del Fuego. La larga y definitiva despedida de Jemmy fue un amargo revés para FitzRoy, cuyo semblante orgulloso no dejó entrever a sus compañeros de viaje la frustración de un plan fracasado. La travesía del cabo de Hornos resultó tan cruelmente agotadora que Rowlett, el retraído pero siempre amable sobrecargo o contador del barco, murió antes de llegar al Océano Pacífico. El espíritu de todos los ocupantes del navío era gris y denso como el plomo.

Finalmente, a principios de junio de 1834 se encontraron en pleno Océano Pacífico, el cual si bien no se comportó totalmente de acuerdo con su nombre, sí representó para la tripulación el fin de un infierno inmisericorde que parecía no terminar. El 22 de julio llegaron a Valparaíso, la primera ciudad verdaderamente civilizada en más de ocho meses de travesía. El júbilo de toda la tripulación fue apenas un poco mayor que la desesperación por llegar a tierra firme, y Charles ciertamente encabezó la lista. Al desembarcar se encontró que en el correo le esperaban el tercer volumen de los *Principios* de Lyell así como innumerables cosas que había solicitado a su familia, entre ellas tres pares de resistentes botas que, por cierto, usaría en esta porción del viaje hasta deshacerlas.

El impacto de la geología andina

En Valparaíso, Charles organizó, para empezar, una excursión para escalar los Andes, esta vez asegurando que su intento no se frustrara como había ocurrido en el río Santa Cruz en Argentina. Por seis semanas Charles se adentró en el fascinante territorio andino de los grandes desfiladeros, del aire cristalino, de los picos que, al atravesar las nubes, arrastran el velo blanco de la nieve perenne. No halló palabras para describir la belleza del escenario que se le revelaba al final de cada cañada o más allá del borde de una nueva colina ascendida. De nueva cuenta sus hallazgos ecológicos lo excitan hasta un estado febril: fósiles de conchas marinas en estratos de la montaña a 4000 metros sobre el nivel del mar; restos de coníferas fósiles mezclados con conchas marinas (¡un antiguo bosque a la orilla del mar!) a altitudes de 2000 metros sobre el nivel del mar y a cientos de kilómetros de

distancia de la playa actual. Charles no pudo más que concluir que los Andes se han ido irguiendo movidos por fuerzas titánicas que han actuado durante periodos larguísimos y que los han llevado desde el nivel del mar hacia arriba, alejándose de éste. A pesar de que tuvo que regresar a pie, Charles cargó todos los fósiles y rocas que pudo; su fervor por el naturalismo le resultaba una milagrosa e inagotable fuente de energías.

Charles bajó de los Andes hacia Valparaíso casi a mediados de agosto para reunirse con el barco y proseguir la travesía. Además de haberse indispuesto seriamente del estómago, al parecer como resultado de haber bebido chicha de mala calidad en las montañas, lo esperaban noticias muy inquietantes. FitzRoy se hallaba en otra fase depresiva y esta vez casi había perdido el equilibrio emocional, por lo que estaba incapacitado para comandar el barco. La causa había sido una comunicación del Almirantazgo en Londres en que se le criticaba duramente por haber contratado sin permiso los dos barcos para auxiliarse en el trabajo cartográfico y se le ordenaba que se deshiciera de ellos, comunicándole además que los gastos efectuados por tal motivo no le serían rembolsados. Esta recriminación de sus superiores, aunada al amargo recuerdo de su fracaso evangelizador en Tierra del Fuego, la muerte de su sobrecargo y el mismo desgaste emocional por la difícil travesía alrededor del cabo de Hornos, resultó demasiado para el equilibrio mental de FitzRoy, por lo que decidió renunciar a la dirección del barco y ordenó que Wickham, su lugarteniente, tomara el mando para regresar directamente a Gran Bretaña. Tanto Wickham como Bynoe, el médico de a bordo, y un muy debilitado Charles se confabularon para reanimar a FitzRoy, pidiéndole que tomara un periodo de reposo. Intentaron convencerlo de lo poco razonable de su decisión de renunciar a la capitanía

del barco y de hacer que éste regresara directamente a Inglaterra. El estado depresivo de FitzRoy cedió ante el interés y la preocupación genuinos de sus compañeros de viaje, y después de un periodo de calma y reposo volvió a su estado normal y reasumió, para respiro de sus oficiales, el mando del *Beagle*.

Una experiencia más esperaba a Charles en esta visita a la costa occidental de Sudamérica; mientras se encontraban anclados de nueva cuenta en la bahía de San Carlos, en Chiloé, el volcán Osorno, ubicado en la tierra firme de Chile a unas cuantas decenas de kilómetros, entró en violenta erupción el 18 de enero de 1835. El vigía creyó haber divisado a medianoche una nueva y muy brillante estrella en el horizonte; Charles, por medio de su catalejo, observó la ardiente lava que era escupida junto con enormes bloques sólidos a través del cráter del Osorno, a 2660 metros de elevación. Lo que Charles no sabía era que simultáneamente el Aconcagua y el Cosigüina, otros dos volcanes de la cadena andina a gran distancia del Osorno, habían entrado en actividad, y que dicha actividad era el ominoso preludio de una tragedia que estaba por ocurrir.

De Chiloé el *Beagle* se dirigió al norte, bordeando la costa de Chile, y atracó en Valdivia el 20 de febrero. Charles desembarcó y acompañado por Syms Covington se dedicó a colectar en los alrededores del puerto. Era un día particularmente cálido y cerca de las doce Charles y Syms se tumbaron a descansar a la sombra de unos manzanos y así sobrellevar el sopor del día; las oscilaciones y un ligero bamboleo del suelo confundieron a Charles, que empezaba a dormitar y a soñar que estaba a bordo del barco. Syms trató de incorporarse al igual que Charles y ambos se dieron inmediatamente cuenta de que era un temblor, el cual, acompañado de un sordo rugir como de piedras que ruedan

en un túnel, iba creciendo en intensidad al grado de que no se podían mantener en pie sin marearse. Esto debió de haber durado un par de minutos en total. Charles apresuró su regreso al barco y se enteró de que en Valdivia no había muchos daños, aparte de algunas tejas rotas y postes torcidos. Al llegar a Concepción, unos días después, fue cuando conocieron en toda su magnitud el devastador efecto del terremoto. En el puerto de Talcahuano, que servía de acceso a la ciudad de Concepción, numerosas embarcaciones habían sido lanzadas tierra adentro por las enormes olas que siguen a los terremotos; lo poco que resistió las sacudidas de la tierra fue arrasado por el mar. La catedral de Concepción se reconocía solamente por el arco del frente y por uno de los muros laterales; el resto era una montaña de escombros; la mayoría de las casas estaban derruidas y solamente las chozas ligeras de palma y varas se mantenían erectas. La desolación cubría las antiguas calles, que sólo se identificaban como grandes surcos entre los escombros.

Después de prestar ayuda a los pobladores de Concepción, junto con la tripulación del barco, Charles exploró la costa y las zonas aledañas. Encontró en algunas partes que la costa había emergido casi un metro a causa de la convulsión de la tierra; en otras los derrumbes, las enormes grietas producidas y el efecto de las violentas olas habían causado una erosión equivalente a 100 años de desgaste normal de la costa. Nunca antes Charles había apreciado la violencia de una de las fuerzas geológicas más importantes y causantes del modelado del paisaje terrestre, capaz de elevar montañas y crear nuevos valles.

De regreso a Valparaíso, Charles organizó su segunda excursión a la zona andina, esta vez para cruzar la cordillera y llegar a Mendoza, en Argentina. A su regreso de Mendoza, la tercera gran expedición terrestre partió también de

Valparaíso para dirigirse hacia el norte a lo largo de la árida costa chilena, pasando por Coquimbo para llegar hasta Copiapó, en pleno desierto de Atacama. Más que sus colecciones biológicas, fue su conocimiento de la geología el que se enriqueció en esta zona más bien estéril y árida del piedemonte andino. Sus notas de esta región, unidas a las tomadas en la cordillera, lo convirtieron en el experto sobre el origen y la historia geológica de la zona andina.

En Copiapó, Charles volvió a reintegrarse al *Beagle*, que había estado reconociendo y cartografiando la costa norte de Chile hasta el puerto de Iquique. De aquí enfilaron directamente al puerto de El Callao, entrada natural a Lima desde el mar. Fuera de hacer un poco de vida social en Lima y de avituallarse, ninguna otra actividad detuvo a la tripulación, por lo que el barco zarpó de El Callao el 7 de septiembre de 1835, con gran expectación por parte de FitzRoy y de Charles, dirigiéndose al noroeste hacia el archipiélago de las Galápagos y atravesando, ahora sí, una mar pacífica.

La región más cultivada del infierno

Llevaban más de una semana de haber zarpado de Lima y habían cubierto unas 1000 millas náuticas buscando ansiosamente en la mar abierta una señal de tierra; finalmente, la segunda semana de septiembre de 1835 se escuchó el grito del vigía: «¡Isla a la vista!». Era la punta del monte Pitt, en la isla San Cristóbal, la más oriental del archipiélago de las Galápagos. Se acercaron a las islas y un bote con un par de marinos se desprendió del *Beagle* a fin de buscar radas adecuadas para fondear. El barco echó ancla en una pequeña bahía de la isla San Cristóbal.

FIGURA V.6. *Mapa de las islas Galápagos.*

Las Galápagos son un grupo de islas (14 principales y numerosos islotes) localizadas casi en la línea ecuatorial en el Océano Pacífico, frente a la costa de América del Sur (figura V.6). La isla más cercana (San Cristóbal) está aproximadamente a 600 millas marinas y la más alejada (Fernandina) a unas 720 millas al oeste de la costa de Ecuador. La más grande de las islas es la Isabela (o Albemarle en su nombre inglés). El archipiélago de las Galápagos (también llamado de Colón) surgió en medio del Océano Pacífico por actividad volcánica hace más de un millón de años, por lo que nunca tuvo una conexión física con la masa continental de América. A este tipo de islas se les conoce con el nombre de *islas oceánicas*, en contraste con las *islas continentales*, que se originan por la separación de una parte de tierra de una masa continental, como es el caso de nuestras

conocidas Islas Marías. La topografía de las Galápagos está dominada por la presencia de cráteres, pedregales y derrames lávicos; la más reciente erupción registrada en esas islas ocurrió en la Isabela en 1957.

Uno esperaría que unas islas como las Galápagos, ubicadas en pleno Ecuador, fueran un exuberante paraíso tropical con abundante vegetación, un clima tórrido, etc. Resulta que éste no es el caso. La precipitación anual en la parte baja de las islas es apenas de unos 60 a 100 mm (más o menos lo que llueve en el desierto de Sonora), la temperatura del aire oscila entre 21 y 29 °C (lo cual es muy parecido a las temperaturas que experimentamos en la Ciudad de México) y la del mar es muy baja. Todo esto es el resultado de la influencia de la profunda corriente marina de Humboldt, que se origina en el Pacífico sur, frente a las costas de Chile y Perú, y que emerge en una región cercana a las islas Galápagos. Esta corriente marina, de agua relativamente fría, produce inversiones térmicas que impiden la precipitación pluvial y generan zonas muy secas en las partes terrestres cercanas a la corriente, como en las costas de Chile y Perú (donde se encuentra el desierto de Atacama) y, desde luego, en las Galápagos. Otros efectos de la corriente de Humboldt son la producción de grandes bancos de niebla y el famoso fenómeno oceanográfico conocido como El Niño, que produce periódicamente serias alteraciones climáticas en toda la cuenca del Océano Pacífico.

Por todo esto, la vegetación de las islas Galápagos es más bien la de un desierto en las partes bajas de las islas, aunque se presentan algunos bosques de tamaño moderado en las partes más altas, donde ocurre una mayor precipitación pluvial. Todas las especies de animales y plantas presentes en ellas deben de haber llegado después de cruzar las 600 millas náuticas que las separan del continente o de la isla Coco,

frente a Costa Rica. La excepción a lo anterior lo constituyen las especies que han sido introducidas por el hombre, tales como perros, gatos, cerdos, otros animales domesticados y sus parásitos, así como diversas plantas.

El archipiélago fue descubierto en 1535 por el arzobispo de Panamá, Tomás de Berlanga. Las islas habían sido previamente ocupadas y colonizadas por los incas, cuya presencia atestiguan restos arqueológicos; también sirvieron por mucho tiempo como refugio de piratas y bucaneros ingleses hasta que Ecuador, en 1832, tres años antes del arribo del *Beagle*, tomó oficialmente posesión del archipiélago.

FIGURA V.7. *Tortugas galápagos y pinzones.*

Charles se quedó desilusionado al ver lo desolado del paisaje en la isla San Cristóbal; la playa, que no tenía arena, estaba formada de negra lava retorcida, con aristas y filos que parecían listos para desgarrar la carne de quien se atreviera a moverse entre ella. No había más vegetación que arbustos casi desnudos y algunos árboles achaparrados en las pequeñas

colinas que rodean a la bahía. Éstas no eran las islas exuberantes que Charles esperaba encontrar en el Pacífico ecuatorial. En la última carta que pudo poner en el correo de Lima, y que iba dirigida a su primo W. Darwin Fox, le comunicaba su enorme ilusión por llegar a las Galápagos, en los siguientes términos: «Tengo más interés por las islas Galápagos que por ninguna otra parte del viaje».

Sin embargo, su desolación y desencanto de las islas duró exactamente el tiempo que le tomó llegar a la playa. Eran cerca de las dos de la tarde; el sol caía a plomo y la negra lava les quemaba las plantas de los pies, incluso a través de las botas. Lo primero que impresionó a Charles fue la multitud de reptiles que se asoleaban en la playa; no solamente le parecía enorme el número de ellos, sino sobre todo la variedad que había: unas grandes y lentas tortugas con carapachos rugosos; otras más pequeñas de largos cuellos, y especialmente las innumerables iguanas de color oscuro que, amontonadas unas sobre otras, resistían sin mayor problema el embate de las olas sobre las rocas en que se hallaban. Era difícil distinguirlas de la superficie hasta que uno se había acercado a ellas suficientemente.

Charles hizo caso omiso de los animales de la playa por un momento y se lanzó a escalar un pequeño cono volcánico cuyas faldas llegaban a la playa. Su intento de colectar plantas no fue muy exitoso; con sólo 10 especies diferentes en su vademécum (un recipiente metálico para recolectar plantas), meditó para sus adentros que si Henslow veía el material pensaría que en vez de en una isla tropical habría estado recolectando en el Ártico… Desde la parte superior del volcán el paisaje del otro lado de la isla estaba dominado por innumerables conos negros y pequeños, que Charles describió como antiguas chimeneas por las que habría brotado la lava. Con ayuda de su martillo de geólogo desprendió pedazos de

lava y pudo discernir que el volcán había hecho erupción cuando se encontraba sumergido en el mar. Al volver al *Beagle* describió la isla al primer oficial del barco diciendo: «La isla parece lo que uno se imaginaría que son las partes cultivadas de las regiones infernales».

En cada uno de los siguientes días del recorrido por las islas, Charles alcanzaba un nuevo nivel de asombro y de excitación, superior al del día anterior. Las enormes tortugas, de las cuales las islas derivan su nombre, eran impresionantes y sirvieron de alimento a la tripulación. En una ocasión Charles se montó sobre una en movimiento, la cual ni siquiera notó a su improvisado jinete. «Me pregunto —comentó Charles— la edad que este animal tendrá; se dice que las tortugas pueden vivir siglos. Seguramente el cacto que mastican como alimento debe de ser la "fuente de la eterna juventud" que Ponce de León buscaba con tanto afán». Su deleite al presenciar las numerosas formaciones volcánicas no tenía límite: «Lo que sabía por haberlo leído, ahora lo puedo ver».

Aunque esperaba encontrar unas islas exuberantes, que nunca aparecieron, Charles no imaginaba que iba a presenciar una belleza tal como la que tenía frente a sus ojos: el transparente azul del cielo que se hacía uno con el del mar; la fenomenal variedad de organismos con formas y colores difíciles de describir con palabras; los cormoranes tan parecidos a los que había visto antes en Brasil, pero que aquí en las Galápagos tenían las alas atrofiadas; los pájaros bobos de pico blanco y patas azules; ¡pingüinos en pleno Ecuador!; focas y leones marinos que, junto a iguanas de vistosos colores, alternaban con los enormes cangrejos de color escarlata que parecían llamadas de atención sobre la lava negra de las rocas. Además estaban las paquidérmicas galápagos, tan diferentes de las muchas otras tortugas que

encontraba en las islas; las numerosas variedades de pinzones (diferenciables particularmente por la forma de sus picos) que, por cierto, parecían ser las aves terrestres dominantes en las islas; los cientos de especies de peces que había podido recolectar, muchos de ellos desconocidos hasta entonces y totalmente diferentes de los que había recolectado a lo largo de miles de millas de travesía marina.

La diversidad biológica del sitio se daba en un sistema relativamente sencillo, unas cuantas islas definidas en tamaño y número, que podía comprender y entender más fácilmente que la avasalladora selva brasileña que lo había sobrecogido más allá de toda expresión. Su admiración por la diversidad que se desarrollaba ante sus ojos en las Galápagos lo hizo expresarse de la siguiente forma: «Aquí, tanto en el tiempo como en el espacio, parece que nos acercamos más a ese gran hecho —ese misterio de los misterios— que es la aparición de nuevos seres sobre la faz de la Tierra» (figura V.8).

FIGURA V.8. *Ejemplos de la fauna de las Galápagos: cangrejo, alcatraz patiazul, león marino, iguana marina.*

FIGURA V.9. *Ruta seguida por el* Beagle *en su travesía de casi cinco años.*

No fue sino hasta el día en que el *Beagle* ancló en una pequeña rada en la isla Santa María cuando Charles dio de lleno con la pregunta clave acerca de la enorme diversidad biológica de la que había sido testigo en los días anteriores. Al desembarcar encontraron que el cónsul británico, Nicholas Lawson, se hallaba en la isla visitando un barco ballenero. El cónsul era un profundo conocedor de las islas, pues sirvió como gobernador británico de las mismas hasta que Ecuador las reclamó como propias. Lawson se entusiasmó con el interés naturalista de Darwin y se ofreció como guía para enseñarle la colonia de presos políticos ecuatorianos establecida en el centro de la isla. Emprendieron el camino, Darwin recolectando especímenes y Lawson soltando un río de información acerca de las islas. En un momento de la caminata pasaron junto a un grupo de grandes tortugas acerca de las cuales Lawson comentó: «Puedo decirle de qué isla proviene cada tipo de tortuga por su carapacho y por otras características». Darwin se paró en seco. «¿Quiere usted decir, míster Lawson, que cada isla tiene un tipo de tortuga específico?», le espetó Darwin. «Sin duda alguna, míster

Darwin. Cada isla tiene un tipo que difiere en la forma de la concha, en su grosor, en las marcas que tiene, en el largo del cuello del animal, etc. No tengo la menor idea de por qué ocurre así, pero estoy seguro de que ocurre».

La respuesta se le clavó a Charles como un puñal en el cerebro e inmediatamente se le vino a la mente la variación en los picos de las aves que había visto. El cónsul británico, sin proponérselo, oprimió el botón de arranque de una maquinaria mental que lenta pero ineludiblemente haría dilucidar a Charles Darwin, de una vez por todas, el «misterio de los misterios».

La fiebre de recolectar se intensificó aún más en Charles. Puso a todo aquel que no tenía alguna función en la cartografía de las islas (que era el propósito de la visita del *Beagle* a las Galápagos) a ayudarlo a recolectar, teniendo cuidado de que la procedencia de cada espécimen quedara claramente marcada. Charles tomó nota detallada de los hábitos de los animales que recolectaba, así como de sus alimentos. El «botín» fue espléndido: cientos de especies de plantas, muchas de ellas con flores; tortugas de todos los tamaños; decenas de otras especies de vertebrados; pero sobre todo más de 25 especies de aves terrestres, de entre las que sobresalían los ubicuos pinzones, de los cuales no podía reconocer alguno que fuera igual a los que había visto en sus experiencias anteriores…

Sus ya de por sí tambaleantes puntos de vista sobre la inmutabilidad y estabilidad de las especies acabaron por desmoronarse ante lo que parecía ser la prueba de un mundo orgánico en constante cambio. Pero no solamente sentía que se cuestionaba el asunto de la inmutabilidad de las especies sino también aspectos mucho más trascendentes. Si las ideas que ahora le hervían en la cabeza resultaban ser ciertas,

entonces todas las teorías que se daban por aceptadas acerca del origen de la vida en la Tierra deberían ser revisadas, y la Biblia, con su relato del Génesis, dejaría de ser el dogma de la historia de la Tierra, de la vida en ella y del mismo origen del hombre. La idea del mundo, como se conocía en ese momento, «creado» por un solo acto le resultaba ya inaceptable a Charles.

No obstante, los detalles de cómo podría haber ocurrido el origen de las especies en una forma que no fuera lo descrito en el relato bíblico, aún no estaban claros en su mente. Mientras tanto sólo le quedaba mecerse en su hamaca, en la cabina de popa del *Beagle,* a la luz de la luna llena en las quietas aguas de la rada de la isla Santa María. Solamente el detallado análisis de sus datos y especímenes, en la tranquilidad de Down, Inglaterra, haría germinar y surgir con todo vigor las semillas que se sembraron en la mente de Charles durante los 36 días de estancia en el archipiélago de las Galápagos.

La mitad más corta

Faltando 10 días para que terminara el mes de octubre, el *Beagle* levó anclas para dejar atrás el laboratorio viviente de las islas Galápagos. Pero esta partida tenía algo muy diferente de todas las que la precedieron en los ya 46 meses de viaje. Toda la tripulación, desde FitzRoy y Darwin hasta el más humilde grumete, compartía el mismo sentimiento de haber logrado el arduo ascenso a la cúspide de una alta e inexplorada montaña para desde ahí solazarse con el panorama, con la satisfacción de haber conquistado la meta, e iniciar el descenso con mucho para recordar.

La misión del *Beagle* había terminado de hecho. Su propósito original era obtener la cartografía detallada y las mediciones cronométricas de las islas Galápagos, por lo que en adelante las observaciones que haría serían las rutinarias de cualquier barco de la Marina Real en su travesía por los mares. La tripulación experimentaba un sentimiento agridulce: por una parte de júbilo, por haber terminado exitosamente el grueso de la tarea encomendada, y por otra de añoranza por las numerosas experiencias vividas. El ambiente en la tripulación era mejor que nunca; el barco avanzaba a un promedio de 150 millas diarias, en un mar generosamente plácido y con un clima ideal. FitzRoy y su equipo de cartografía se encontraban volcados de lleno a la tarea de analizar y elaborar los miles de datos recabados en los cuatro años anteriores. Charles, además de dar una tenaz pelea con Stokes por mayor espacio en su cabina y con Wickham por más en la cubierta, se dedicaba febrilmente a catalogar y etiquetar todos los especímenes de las Galápagos, a revisar sus notas, a registrar con gran detalle todas las experiencias del viaje. Su cabina era ya más un laboratorio de investigación que un dormitorio, para desesperación del joven asistente cartógrafo con quien compartía ese espacio.

FIGURA V.10. *Tortugas galápagos*.

El viaje de regreso fue también una oportunidad valiosísima para que Charles pudiera disponer de algo que el trabajo febril de la observación y la experimentación frecuentemente no permite a los investigadores: *tiempo para pensar*. Tiempo para dejar que las observaciones, los datos, las cifras, las dudas y los pensamientos maduraran tranquilamente. Tiempo para que las preguntas, los resultados y las hipótesis tomaran su dimensión real y fuera posible relacionar fructíferamente todo eso entre sí. El vaivén de la hamaca en la plácida travesía del Pacífico sur, mientras fumaba su cotidiano puro, y las numerosas caminatas solitarias en los puntos en que tocó tierra el barco, deben de haber hecho maravillas en ese proceso de sedimentación que ocupaba la mente de Charles.

El mes que tardaron en llegar a Tahití pasó volando; ahí la hospitalidad genuina y cordial de los nativos conquistó por igual a toda la tripulación, la cual estaba ansiosa de una relación humana nueva y fresca, externa al reducido mundo del barco. La experiencia en Tahití fue un contraste con la fría y desabrida recepción que tuvo el *Beagle* en Nueva Zelanda. Ni de ahí ni de Australia hubo en el barco quien sintiera tristeza al zarpar. Darwin relata con fastidio su encuentro permanente con los eucaliptos en cuanto bosque australiano visitó (esta apreciación no es justa, puesto que el *Beagle* no visitó la costa norte de Australia, donde hay selvas similares a las que Charles conoció en Brasil). También encontró muy cuestionable la costumbre de la población acomodada de Australia de hacer su riqueza basándose en el trabajo forzado, y gratuito, de los reos británicos que cumplían condenas en esa isla-continente, y la realización de acciones que, directa o indirectamente, llevaban a lo que él predecía que constituiría el exterminio de los aborígenes.

Pero las anteriores no eran para Charles sino experiencias que se iban registrando automáticamente como parte de un viaje del cual lo que ahora importaba era terminarlo. Al llegar a Nueva Zelanda, el *Beagle* se encontró en las antípodas de las islas británicas, es decir, en la mitad geográfica de su viaje alrededor del globo terráqueo. Aunque aún no lo sabían, esa mitad de la travesía sería completada en un sexto del tiempo total del viaje. Enfrentaban «la mitad más corta» de la expedición.

De Sydney, el barco se dirigió a la gran isla de Tasmania, en el sur de Australia, luego a la costa suroeste del continente y de ahí al Océano Índico, donde visitaron las islas Cocos, lugar en el que Charles tuvo oportunidad de realizar nuevas observaciones y utilizar las obtenidas anteriormente en el viaje para concretar sus revolucionarias ideas acerca del origen de las islas, los atolones coralíferos y los arrecifes de coral, así como acerca de la naturaleza de la corteza terrestre.

Charles sospechaba que las islas de origen coralino no eran simplemente cráteres volcánicos cuyos bordes estaban cubiertos por un arrecife, como Lyell había propuesto. Para probar su hipótesis diseñó una ingeniosa sonda terminada en una plomada, cubierta por una espesa capa de sebo que, al tocar el fondo, haría una impresión del tipo de superficie que lo formaba, además de capturar trozos del fondo marino para su análisis. En una de las lanchas balleneras del *Beagle* y frecuentemente acompañado por FitzRoy, Darwin empezó a recabar datos en los atolones de las Islas Cocos. Por medio de numerosos y minuciosos sondeos encontró que el arrecife coralino crecía a profundidades de unos 40 metros, abajo de los cuales los pólipos, que son los pequeños organismos que forman las colonias que conocemos como corales, no podían sobrevivir. Por abajo de esta profundidad solamente encontraba corales muertos formando un gran esqueleto

calcáreo que a veces se extendía a muy grandes profundidades. Lo que Charles observaba en estos arrecifes del Océano Índico iba en contra de la teoría de Lyell. Sus datos implicaban que, una vez formada la primera capa de coral sobre un sustrato que podía ser una isla volcánica, debió darse un proceso muy lento de hundimiento de la isla que provocaría un crecimiento continuado del coral, manteniéndolo en una franja entre la superficie del mar y 40 metros de profundidad. Cuanto más se hundiera la isla, más arrecife coralino se produciría por el incremento de los pólipos en la superficie, por lo que la parte del arrecife que quedaba por abajo de los 40 metros de profundidad moría, convirtiéndose en una estructura calcárea de soporte. Como resultado de este tipo de crecimiento de índole anular, alrededor del cráter original o de los bordes del atolón se formaba una laguna interior que es típica de esas islas, particularmente de las más jóvenes, ya que en las de mayor antigüedad la laguna se va rellenando con el material fragmentado del arrecife, hasta que desaparece. Además del resultado de sus sondeos, Charles observó que los troncos de las palmeras que crecían en algunas de estas islas se encontraban cubiertos a diferentes profundidades por el agua del mar; evidentemente, cuando la palmera había empezado a crecer muchos años atrás, lo había hecho en plena tierra firme, por encima del nivel del agua.

La otra conclusión necesaria y simultánea a la descripción del proceso de formación de islas coralinas a la que llegó fue que el fondo del Océano Pacífico debía de estar hundiéndose. Charles interpretó este hundimiento paulatino como una compensación del proceso de emersión de zonas continentales que tuvo oportunidad de observar en detalle en los Andes, tanto por la posición de los estratos geológicos de las montañas como por el efecto del terremoto que presenció

en la costa chilena. La inestabilidad de la corteza terrestre era un hecho que se iba implantando cada vez más fuertemente en las ideas de Charles y, por ello, la necesaria mutabilidad de las condiciones físicas en las que deberían de haber vivido hace mucho tiempo los organismos sobre la faz de la Tierra.

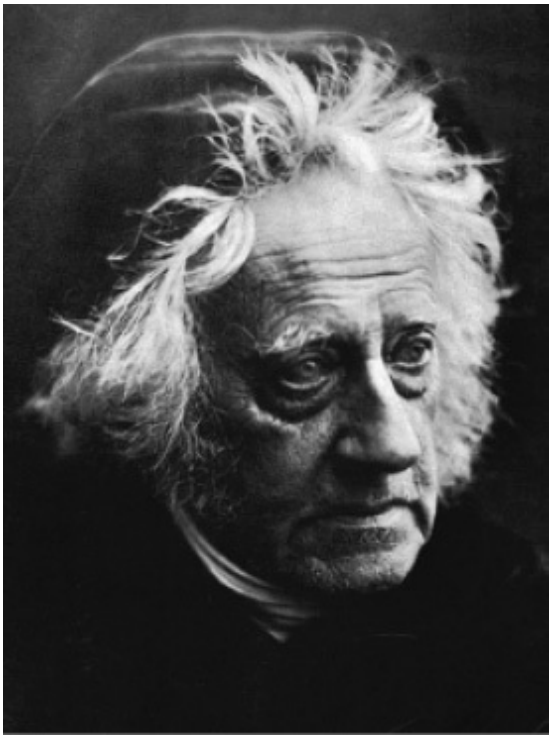


FIGURA V.11. *John Herschel (1792-1871). Matemático, astrónomo y fotógrafo experimental inglés.*

De las islas Cocos el *Beagle* se dirigió, ya bien entrada la primavera de 1836, hacia la isla Mauricio y el Cabo de Buena Esperanza. En Ciudad del Cabo la expedición realizó una escala técnica de reabastecimiento para lo que sería la última etapa del viaje a través del Atlántico. En tierra, Charles tuvo la oportunidad de conocer al famoso astrónomo sir John Herschel, a quien había leído en Cambridge y quien estaba llevando a cabo un prolongado estudio de la bóveda celeste desde el hemisferio sur del planeta (figura V.11). Herschel, al

igual que otros científicos que se encontraban en la avanzada del conocimiento, tenía intereses que rebasaban los límites de su propio campo. Por esto había mantenido correspondencia con Lyell acerca del misterio que representaba el desplazamiento de las especies extintas por otras nuevas. En una cena, Charles y él tuvieron la oportunidad de discutir ampliamente el tema; Charles debe de haber puesto a prueba por primera vez una buena cantidad de sus hipótesis tentativas.

Al alejarse de Ciudad del Cabo unos días después, el *Beagle* rodeó el romo extremo sur del continente africano y se ubicó en el Atlántico sur, rumbo a casa. El barco volvió a encontrarse con un Atlántico malhumorado y encrespado, por lo que la travesía empezó a sufrir retrasos para desconsuelo de todos, especialmente de Charles, que, terminada su tarea principal, contaba los días que faltaban para volver a suelo británico. El 7 de julio tocaron Jamestown, el puerto principal y la capital de Santa Elena, una isla oceánica de origen volcánico situada en el Atlántico sur, donde apenas 15 años antes había muerto Napoleón durante su destierro como cautivo de los ingleses.

Durante la semana de estancia en Santa Elena, Charles tuvo oportunidad de realizar largas caminatas y meditar, en lo alto de las colinas que rodean el puerto, acerca de su viaje y de sus innumerables encuentros con la diversidad y variabilidad biológica a lo largo de la ruta; también tuvo frecuentes ocasiones de visitar la tumba de Napoleón, cerca de la cual estaba alojado, y de leer en la severa lápida la sencilla y orgullosa leyenda: *Ci-gît* («Aquí yace»). Así, se encontraron dos personajes que, cada uno a su manera, fueron moldeadores de la historia. Uno basado en los movimientos sociales idealistas, el colonialismo y la maquinaria militar; el otro, por medio de la callada, sutil revolución del

pensamiento humano tanto acerca del hombre en sí mismo como de su lugar en el universo.

La isla Ascensión era el último puerto de arribo previsto del *Beagle* antes de llegar a Gran Bretaña. La correspondencia que los esperaba ahí y que no habían recibido desde hacía tiempo fue un magneto poderoso que aumentó el deseo del fin del viaje, especialmente para Charles, quien ya recibía noticias del éxito de algunos de sus escritos sobre la geología de Sudamérica enviados a Henslow y Lyell, los cuales fueron presentados ante sociedades científicas que los recibieron favorablemente.

A medio Océano Atlántico y faltando unas cuantas semanas para el fin del viaje, el capitán FitzRoy decidió regresar a la costa de Brasil para verificar algunos detalles cartográficos y diversas mediciones cronométricas, en lugar de continuar directamente hacia Inglaterra. Ésta fue una noticia demasiado acre para Charles. Por primera vez, en medio de la exasperación, expresó crudamente sus sentimientos «de odio, de aborrecimiento del mar y de todos los barcos que navegan en él». Deseaba ya con todas sus fuerzas dar rienda suelta a la máquina que trabajaba en su cerebro que, saturado de información, de dudas y de hipótesis, se encontraba como una caldera de vapor a toda presión, listo para descargar su energía creativa.

Después de una estadía de tres semanas en Bahia y Pernambuco, el *Beagle* finalmente enderezó su proa hacia las islas británicas, adonde llegaron el domingo 2 de octubre al puerto de Falmouth, en el extremo de la península de Cornualles, a unos 80 kilómetros al suroeste de Plymouth, el puerto de donde habían zarpado cuatro años, nueve meses y dos días antes. Para que nadie extrañase la tierra dejada hacía casi cinco años, el *Beagle* echó amarras en el muelle de

Falmouth, en medio de una borrasca helada que dejó a todo el mundo empapado y tiritando de frío. El grueso de la tripulación desembarcó en Falmouth ya que, aunque el barco proseguiría hasta Londres, su destino final, subiendo por el Támesis, la maniobra sería muy lenta. Charles tomó la primera diligencia que lo llevó, en un viaje de dos días y medio, hasta Shrewsbury, en donde lo esperaba su hogar de Maer Hall y una familia a la que ansiaba volver a ver sobre todas las cosas.

SEGUNDA PARTE

LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN

VI. El origen de *El origen*

El ojo de un experto

El olor a madera y cuero que saturaba el aire de los cavernosos pasillos le trajo a la mente recuerdos gratos del *Beagle*. Al terminar su recorrido en medio de una multitud de personajes uniformados, y una vez fuera de las miradas circunspectas de los oficiales, Charles empezó a bajar de dos en dos los pulidos escalones de mármol de la amplia escalinata del Almirantazgo británico. Tenía motivos para sentirse eufórico: acababa de obtener, y no se explicaba aún cómo, un subsidio del Almirantazgo por la cantidad de 1000 libras para preparar todos los especímenes que había recolectado y escribir un volumen sobre la historia natural del viaje del *Beagle* alrededor del mundo. «Si trabajo duro en ello, y puedo convencer a Syms de que me ayude, quizá en dos años, probablemente en menos, tendré listo el catálogo ordenado de los especímenes y el manuscrito para la imprenta», dijo para sí mismo, mientras nerviosamente esperaba un carruaje que lo llevara a los muelles de Londres.

Una vez en la orilla del Támesis le tomó un buen rato dar con el *Beagle*; los muelles de Londres eran el peor laberinto en que se había encontrado, ya que por falta de espacio los navíos estaban anclados en filas de dos y hasta de tres, por lo que a veces era necesario atravesar un par de buques para llegar al que se buscaba. «Debe de ser el tráfico comercial que

anuncia el fin del año», pensó. Finalmente reconoció la grácil forma del barco a la distancia y sintió que la sangre le corría más intensamente en las venas; no pensó que le afectaría en forma tan profunda ver nuevamente la que había sido su casa por casi cinco años.

Después de instruir al intendente del barco acerca de la forma en que las grandes cajas de madera que contenían los especímenes de la última parte del viaje deberían ser enviadas, unas a la Universidad de Cambridge y otras al museo de la Sociedad Geológica de Londres (figura VI.1) y al Museo Británico (British Museum), Charles indagó la dirección de Syms Covington. Volvió a montar en el carruaje y regresó para tomar la diligencia de regreso a Shrewsbury. Su sed de vida familiar estaba aún lejos de ser saciada, a pesar de que había pasado más de una semana dedicado exclusivamente a charlar con su padre, sus hermanas y algunos amigos en Maer Hall.

Charles trabajó febrilmente por casi tres meses en Cambridge ordenando la colección de material geológico que, desde diferentes puertos en la ruta del *Beagle*, había enviado sistemáticamente a Henslow para que la cuidara y pudiera enseñarla a Lyell. Henslow había sido también el conducto para la presentación de diversos trabajos de índole geológica en la Sociedad Geológica y en la Sociedad Linneana; Charles había adquirido una buena reputación antes de retornar de su largo viaje, la cual, junto con las controvertidas nuevas ideas acerca de los fenómenos geológicos que había observado durante el mismo, lo constituyeron en un miembro importante de la vida intelectual de las sociedades científicas.

FIGURA VI.1. *Fachada de la Sociedad Geológica de Londres.*

Irónicamente, fue en el campo de la geología donde Darwin cometió a la sazón uno de sus escasos errores científicos. A mediados de 1837 visitó la zona montañosa de Escocia, donde existen numerosos valles angostos (que reciben el nombre genérico de *glen*, como en *Glen*fiddich) formados por la acción de antiguos glaciares, por lo que tienen la característica forma de sección en U de todos los valles de origen glaciar. En uno de ellos, llamado Glen Roy, existen a cada lado del valle tres desniveles, como si fueran repisas, a la misma altura, que dan la impresión de ser «caminos paralelos». Después de estudiar la zona por una semana, Charles escribió un artículo sobre el origen de los «caminos paralelos», en el que proponía, en forma terminante, que el glen estuvo un tiempo cubierto por el mar y que los «caminos» representaban antiguas playas, formadas en diferentes niveles por el mar cuando se fue retirando para llegar a su nivel actual. Veinticinco años después, Thomas F. Jamieson, a instancias de Darwin, visitó nuevamente Glen Roy y llegó a la conclusión de que los «caminos» eran en realidad las playas de un antiguo lago glaciar. Charles reconoció su error diciendo: «Ha sido una torpeza enorme;

me siento tranquilo de que al fin se conozca la verdad, pero estoy avergonzado de mí mismo, particularmente cuando el fenómeno que explica lo que hubo pasado me es del todo familiar». Y desde luego que tenía familiaridad con los procesos de glaciación, puesto que él había sido uno de los primeros en sostener la idea de que las islas británicas habían estado en alguna época totalmente cubiertas de hielo.

Como todo naturalista o taxónomo serio, Charles tuvo que decidir a cuál institución enviar los especímenes que había recolectado en el *Beagle* para su conservación y mantenimiento, una vez catalogados. Dudó entre depositarlos en el Museo de Historia Natural (Musée d'Histoire Naturelle) de París, en donde pensaba que había mejores condiciones de cuidado, o mantenerlos en Gran Bretaña, donde a la sazón no existía propiamente un museo de historia natural; finalmente se decidió por esto último, ya que había recolectado todo el material en un barco de bandera británica. Una parte fue depositada en el Museo Británico (que contenía fundamentalmente antigüedades arqueológicas), otra en el museo de la Sociedad Zoológica (Zoological Society of London), y la colección de mamíferos fósiles fue a dar al Colegio Real de Cirujanos (Royal College of Surgeons). Años más tarde los materiales de estas dos últimas instituciones fueron trasladados a la sección de historia natural del Museo Británico.

En una de sus numerosas visitas a la Sociedad Zoológica, Charles conoció a John Gould, taxidermista de la sociedad y probablemente el mejor ornitólogo británico de la época. Sentado en una amplia oficina que más bien parecía una bodega, con numerosas mesas llenas de frascos y cajas rebosantes de aserrín, Gould trabajaba en el minucioso montaje de un grupo de pájaros carpinteros de roja y brillante capucha. Cuando vio a Charles parado en la puerta abierta, a

punto de tocar con los nudillos para llamarle la atención, sonrió, dejó a un lado el espécimen en el que estaba trabajando y lo saludó diciendo: «Usted debe de ser el famoso *Cazamoscas* del *Beagle*; me da un enorme gusto conocerlo; pase, déjeme despejar una de estas sillas para que se siente». Ya fuera por la grata memoria de su apodo a bordo del barco o por la cordialidad con que Gould lo recibió, Charles se sintió como en casa; quizá fue también por el hecho de estar rodeado de especímenes biológicos, de notas de campo, de olor a alcohol y de toda la parafernalia que, como naturalista, le era familiar.

«Los especímenes que nos ha enviado son de primera calidad; pero más que eso: parecen haber sido seleccionados por el ojo de un experto —le decía Gould excitadamente, mientras Charles escuchaba con el deleite de un orgullo creciente—; pero déjeme decirle que de los especímenes de ruiseñores que usted recolectó en las islas Galápagos no hay menos de tres especies diferentes, y entre los pinzones he podido distinguir hasta ahora trece». En un éxtasis total, y revisando sus ejemplares de aves de las Galápagos cuidadosamente ordenados en la amplia mesa por Gould, Charles apenas daba crédito a lo que veía. El mero hecho de su reconocida capacidad como recolector y naturalista le resultaba en ese momento intrascendente; lo que le impresionaba era la imagen de la notable diversificación de nuevas formas de organismos a partir de una que se develaba ante sus ojos con una claridad que nunca antes había visto. La inmutabilidad de las especies y la idea de su creación especial, que ya agonizaban en su mente, morían en ese momento para siempre y daban paso firme a las ideas del evolucionismo.

Después de despedirse de Gould, con una mezcla de euforia y tormenta de ideas en su cerebro, Charles prefirió caminar la distancia que lo separaba de su recién adquirido

departamento en la calle Great Marlborough, a unas cuantas casas de la de su hermano Erasmus, quien desde hacía ya tiempo se había instalado en esa elegante zona de Londres. Al llegar cerca de la hilera de casas de tres pisos, en una de las cuales tenía su departamento, Charles reconoció con emoción la figura de Syms Covington, quien se encontraba esperándolo al pie de los escalones que conducían a la puerta de entrada. «¡Syms, viejo diablo —le gritó Charles desde lejos —, por fin te decidiste a venir!». Los compañeros de travesía se abrazaron y subieron al apartamento, quitándose la palabra para contarse mutuamente sus actividades durante los últimos meses desde el término del viaje.

Con la eficiente y continuada ayuda de Syms en la catalogación y el registro de sus especímenes, Charles logró iniciar la redacción de su relato del viaje de un naturalista a bordo del *Beagle*, tarea en la que avanzó con celeridad. Su libro representaría el último de tres volúmenes de una obra dedicada a relatar las dos últimas travesías del barco en su tarea cartográfica en Sudamérica bajo el mando de FitzRoy. El capitán escribiría los dos primeros.

Aunque absorto en la redacción de su libro sobre el viaje, Charles inició simultáneamente una larga serie de notas acerca de sus ideas, de los hechos que iba observando en el estudio detallado de sus ejemplares, de las profusas lecturas de apoyo que iba haciendo y que tenían relación con el tema central de lo que él llamaba «el problema de las especies», es decir, los fenómenos de diversificación y variación entre especies cercanamente vinculadas. El primer libro de notas de Darwin está fechado en julio de 1837; entre esta fecha y mediados de 1842 escribió un total de seis libros de carácter compilatorio que constituyen la médula de sus ideas sobre la evolución y que fueron la base en la que se apoyó para la

redacción de *El origen de las especies,* que escribió más de tres lustros después.

En el primer libro de notas, sobre «La transmutación de las especies», expresa la enorme impresión que le causaron las características de los fósiles sudamericanos y de las especies encontradas en las Galápagos. «Ambas, pero especialmente las últimas —escribe—, son el origen de mis ideas». Ciertamente, su experiencia sobre la fauna fósil y viviente de Sudamérica desempeñaba un papel importante en la lenta conformación de sus ideas acerca de la «transmutación» (o evolución) de las especies, pero Charles se apoyó además en muchas otras observaciones, en sus abundantes lecturas, en el intercambio de información con otros científicos, en las encuestas sobre puntos que le interesaban, en fin, en toda otra información que, aunque remotamente, pudiera ayudarlo a explicar qué es una especie.

Es imposible definir con precisión cuáles fueron las ideas, y en qué orden, que influyeron en la conformación del pensamiento de Darwin. Dos razones recalcan lo anterior. La primera es que las ideas subyacentes en el pensamiento darwiniano están íntimamente relacionadas unas con otras y no siguen necesariamente una sola secuencia lógica definida. La segunda es que el método de trabajo de Darwin fue particularmente complejo e innovador. Consciente o inconscientemente, no lo sabemos, utilizó conceptualizaciones muy similares a las que hoy llamamos modelos, las cuales son herramientas particularmente adecuadas para tratar fenómenos complejos e interrelacionados como los que aparecen en la diversificación y selección natural de las especies. En el desarrollo de esos modelos Darwin tenía, por necesidad, que tratar simultáneamente diversas clases de información que en

ocasiones parecían inconexas hasta que, con la adición de nuevos datos y observaciones, revelaban su vínculo.

Su concepción metodológica era muy avanzada para su tiempo, sobre todo porque se aplicaba a una ciencia fuera de la rígida conceptualización de las ciencias físicas. En su libro *La descendencia del hombre y la selección relacionada con el sexo*, Darwin expresa su punto de vista respecto a la metodología de la ciencia:

> Los datos falsos son extremadamente dañinos para el progreso de la ciencia, ya que permanecen por mucho tiempo; sin embargo, los puntos de vista falsos, aun apoyados por alguna prueba, causan poco daño, porque todos parecen derivar un saludable placer del propósito de probar su falsedad; cuando esto se logra, un camino que lleva hacia el error se cierra y el de la verdad generalmente se abre al mismo tiempo.

Un famoso filósofo de la ciencia de nuestros días, Karl R. Popper, sostiene el mismo punto de vista afirmando que la ciencia avanza no tanto por la acumulación de nuevos hechos para apoyar las hipótesis, sino por los intentos de refutarlas.

En consecuencia, el orden en que presentaré las ideas que en mi opinión conformaron el pensamiento darwiniano y su desarrollo será un tanto arbitrario. Es también imposible definir con precisión en los escritos de Darwin y aun en su diario qué idea influyó sobre cuál otra y en qué orden. Por lo tanto, los grandes temas que he seleccionado como pilares del pensamiento evolutivo de Darwin son los que, a mi parecer, fueron cruciales en la conformación de la teoría de la selección natural como mecanismo conductor de la evolución orgánica. Las breves narraciones que siguen acerca de cómo Darwin fue construyendo sus ideas en torno a la evolución, en el escenario de su vida cotidiana durante 22 años que cubren desde el regreso de su viaje hasta la publicación de *El origen*, implican necesariamente superposiciones cronológicas. Espero que los puntos de referencia en cada una de estas

pequeñas «historias» sirvan al lector de guía para relacionarlas cronológicamente entre sí.

VII. Una ilimitada variación

Los granjeros y agricultores británicos

Darwin nació y creció en un ambiente de vida campestre. El 12 de febrero de 1809, Charles se incorpora como el quinto de los seis hijos (cuatro mujeres y dos varones) de Robert Waring Darwin y Susannah Wedgwood en Shrewsbury, la cabecera del condado de Shropshire. La casa en que la familia Darwin vivía, y que tenía como la mayoría de las mansiones inglesas de ese tiempo un nombre: El Monte (The Mount), era una gran mansión, casi una hacienda, y estaba provista de granja y campos de cultivo, inmersa en las actividades diarias de la producción agrícola y de la vida granjera.

El padre de Charles fue el tercer hijo de Erasmus Darwin, médico de gran reputación no solamente por el exitoso ejercicio de su profesión, sino también por su obra acerca de la filosofía natural, en la cual había formulado algunas ideas sobre la transformación del mundo orgánico consideradas en cierta forma precursoras del pensamiento evolutivo que dominaba en la época de Charles. La inquietud intelectual de Erasmus Darwin hizo que participara junto con otros intelectuales ingleses en grupos de discusión como el de la Sociedad Lunar, en donde compartió sus puntos de vista con personajes como James Watt, inventor de la máquina de vapor, y su colega Matthew Boulton, ingeniero, quien ayudó a la adaptación y popularización del invento de Watt. Charles

no solamente heredó la inclinación biológica y naturalista de su abuelo, sino también una notable semejanza de facciones.

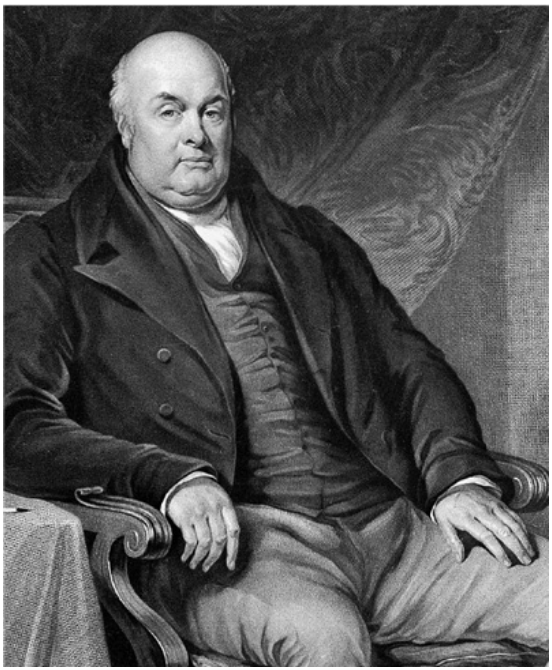


FIGURA VII.1. *Robert Waring Darwin (1766-1848). Médico inglés, padre de Charles Darwin.*

Aparte de ser un médico exitoso como Erasmus, su padre, Robert Darwin, fue un hombre de dimensiones monumentales tanto en lo físico como en su carácter, rasgos también heredados de su progenitor. Robert Darwin (figura VII.1) medía 1.90 m de alto, tenía una anchura de hombros que sería la envidia de un ropero y pesaba la friolera de 150 kilos. A la amplia mesa del comedor familiar de los Darwin se le había hecho un gran corte en forma de media luna para que el doctor Darwin pudiera acomodar su humanidad cerca de los platos. Robert Darwin era considerado como uno de los mejores médicos del noroeste de Inglaterra, pues tenía una gran capacidad para curar, como él lo decía, «más por mi charla e interés por los enfermos que por las limitadas medicinas que uso». Sus visitas domiciliarias para confortar el

cuerpo y el espíritu de sus pacientes tenían precedencia a cualquier otra de sus demás actividades. Todas las mañanas, después de desayunarse, subía a su carruaje de dos caballos a hacer su ronda de visitas y no volvía hasta el atardecer para cenar en compañía de su familia.

El acontecer diario de la vida rural, los partos de los animales domésticos, la frecuente interacción de la familia con los granjeros y campesinos que atendían los campos de cultivo —interacción que el doctor Darwin estimulaba con su enorme don de gentes y espíritu liberal—, las pláticas acerca de las cruzas de diferentes razas de vacas, de caballos, etc., constituyeron para Charles un elemento natural y permanente de sus vivencias hasta los ocho años. A esta edad la vida de Charles sufrió un profundo cambio: la muerte de su madre en julio de 1817. Antes de morir, ella había arreglado que Charles ingresara en una escuela de filiación unitaria, credo religioso al que ella pertenecía. Así, aparte del doloroso cambio en su vida familiar, Charles asistió por primera vez a una escuela formal. De esta época Darwin recuerda dos aspectos interesantes en su *Autobiografía*, que escribió en las postrimerías de su vida: era un niño lento para el aprendizaje («más lento que mi hermana pequeña Catherine») y tenía afición por la historia natural, que ya se reflejaba desde esa edad temprana por el interés en conocer la variabilidad de las plantas ornamentales que crecían en el jardín de su casa y en el de la escuela.

En el verano de 1818, al año de haber iniciado sus estudios, su padre lo cambió a un colegio mucho más formal, en el que permaneció hasta los 17 años. Este colegio, que funcionaba como internado, era dirigido por un famoso profesor, el doctor Butler, y estaba ubicado en la ciudad de Shrewsbury, a un par de kilómetros de El Monte. La desventaja de no vivir en el ambiente familiar se compensaba para Charles por la

corta distancia que había entre su casa y el colegio, distancia que salvaba casi todos los días en apresurada carrera después de visitar a sus hermanas y a su padre para llegar al colegio antes de que cerraran las puertas por la noche. Durante los siete años que pasó en el colegio del doctor Butler, Charles siguió desarrollando su inclinación por las cosas de la naturaleza, que se expresaba en su fascinación por la cacería y la observación de los animales domésticos, en particular los perros y muy especialmente su mascota, que siempre lo esperaba ansiosa los fines de semana que pasaba en su casa. Otra expresión de su interés por el conocimiento de la naturaleza fue su constante inclinación por los experimentos de química, que realizaba en compañía de su hermano Erasmus. Con frecuencia, el resultado de sus experimentos, que realizaban en una desvencijada covacha de madera situada al fondo del jardín de la casa, dejaba a Charles impregnado de penetrantes olores, por lo que sus compañeros del colegio lo apodaron *Gas*. Destacó también por su afición a coleccionar escarabajos y mariposas, tarea difícil debido a la reducida fauna del norte de Inglaterra.

Estas y otras experiencias extracolegiales, como la lectura de las obras de Euclides, de Shakespeare y de Byron, fueron las que realmente capturaron el interés de Charles, y no los acartonados métodos de enseñanza del colegio. No se requería ser un educador experto para percatarse de que Charles tenía un desempeño escolar mediocre; su padre, irritado con esta situación, decidió sacarlo del colegio y mandarlo a estudiar a la Universidad de Edimburgo, en la que estaba su hermano Erasmus inscrito en la carrera de medicina, muy probablemente como resultado de la abrumadora influencia familiar.

Su ingreso a la universidad también resultó un fracaso; la falta de estímulo de los métodos de enseñanza del colegio

volvió a repetirse en Edimburgo, y Charles encontró todas las materias que tenía que estudiar «insoportablemente aburridas y horribles», con excepción de la química, por la cual siempre había tenido un gran interés, seguramente por sus aspectos experimentales. También le resultó intolerable enfrentar el tratamiento del dolor humano con las técnicas de ese tiempo; cuando tuvo que asistir a una intervención quirúrgica practicada a un niño, desde luego sin anestesia, el sufrimiento y repulsión que experimentó fueron más de lo que podía tolerar, por lo que abandonó la sala antes de que terminara la operación. Charles resistió dos años en Edimburgo, y eso porque continuó con su costumbre de adquirir información extracurricular por medio de su ávida afición a la lectura. Durante esa época tuvo ocasión de estudiar detenidamente la *Zoonomía*, la obra más conocida de su abuelo Erasmus, a través de cuya lectura se adentró por primera vez en las ideas evolucionistas de Lamarck. Otro factor que mantuvo a Charles en Edimburgo fue la participación que tuvo en una agrupación científica de carácter informal, la Sociedad Pliniana (Plinian Society). Esta sociedad recibía su nombre de Plinio *el Viejo* (Cayo Plinio Segundo), sabio romano que concluyó hacia el año 77 la redacción de una *Historia natural*; ésta es una obra monumental en 37 libros sobre aspectos que cubren desde la astronomía hasta la zoología, constituye uno de los primeros tratados sobre el estudio de la naturaleza de que se tiene registro y es la única de las numerosas obras de Plinio que se conserva. En la Sociedad Pliniana, Charles presentó sus primeros trabajos científicos, que versaron sobre la biología y los hábitos de algunos organismos marinos; eran trabajos modestos, supervisados por un par de zoólogos del Museo de Historia Natural (Natural History Museum) de Edimburgo, el doctor Robert Edmond Grant y William

McGillivray, pero que ya insinuaban el especial talento de Charles para observar la naturaleza.

Con la excepción de su Museo de Historia Natural, Edimburgo y la medicina no dan para más en el espíritu de Charles. En octubre de 1827 reconoció que nunca sería un buen médico y, después de una acerba discusión con su padre, aceptó inscribirse en la Universidad de Cambridge (figura VII.2) para estudiar teología e incorporarse, al término de sus estudios, al ministerio religioso anglicano. A principios del siglo XIX, en Inglaterra solamente se podía estudiar teología en una universidad, y sólo había dos opciones: Cambridge y Oxford. El interés de Charles por la cacería y la recolección de animales, especialmente insectos, no sólo no decreció, sino que incluso se incrementó en esa época, en gran parte como escape a la frustración que le habían causado sus estudios universitarios.

FIGURA VII.2. *Universidad de Cambridge, Inglaterra.*

En ese tiempo, Charles procuró visitar lo más que pudo Maer Hall, la casa de su tío Josiah Wedgwood, situada a unos 305 kilómetros de Shrewsbury. Josiah era hermano de su madre y el principal representante de una familia de tradición ceramista que se remontaba al siglo XVII, cuya producción poco a poco había ido ganando reputación por la calidad, belleza y duración de las piezas de porcelana que fabricaba y que portaban orgullosamente el nombre de la familia. Josiah

era un hombre excepcional; aparte de ser un fanático cazador, afición evidentemente compartida por su sobrino Charles, tenía intereses amplísimos en aspectos muy diferentes del quehacer industrial que constituía el negocio de la familia. Fue fundador de la Real Sociedad de Horticultura (Royal Horticultural Society) y al mismo tiempo miembro activo de varias sociedades que tenían como propósito el impulso de la agricultura, las artes y las manufacturas; además, siempre mostró un gran interés por el desarrollo de razas de ganado vacuno y caballar. También era un hombre con ideas políticas vigorosamente liberales y un decidido impulsor de esfuerzos por la extensión del sufragio a todos los ciudadanos y no solamente a los propietarios de inmuebles. Fue también un ardiente defensor de las leyes de abolición de la esclavitud y por un tiempo intentó infructuosamente ser elegido miembro del Parlamento para luchar por sus ideales liberales. Su casa era centro de reunión de los liberales del condado, así como de todos los intelectuales que deseaban discutir sus puntos de vista con él y con sus amistades. Pero ante todo, fue un devorador de libros; su vasta biblioteca, cuidadosamente catalogada, era uno de los orgullos familiares y estaba abierta a todo aquel que quisiera hacer uso de ella.

Las visitas de Charles a la casa de los Wedgwood le eran especialmente placenteras, ya que ahí podía satisfacer sus dos principales pasiones: cazar perdices con su tío al inicio de la temporada, que se abría con la primera helada del año, y la vida campirana de la enorme granja de los Wedgwood, que le daba la oportunidad de admirar las numerosas razas de ganado vacuno celosamente mantenidas en su pureza genética por el experto caporal de la granja, con el que Charles mantenía largas conversaciones acerca de la atención que había que poner en la cruza de las mejores vacas con sementales que tuviesen ciertas características favorables, así

como la cuidadosa selección de los becerros resultantes. Se le habían grabado las palabras del caporal que en su escurrido acento sureño le había dicho: «Master Charlie, es crucial, *crucial*, que uno sepa reconocer y separar a los becerros que poseen las características que uno busca; si uno no lo hace, nunca podrá mantener una raza pura».

La variación en formas, tamaños, comportamientos, etc., encontrada en animales domésticos y plantas cultivadas es uno de los argumentos centrales en el desarrollo de la teoría de Darwin acerca de la selección natural como fuerza conformadora de la evolución orgánica. Dado que la genética no existía como una ciencia en esa época, el estudio de las plantas y los animales modificados por el hombre mediante el proceso de domesticación constituía la única fuente para entender la forma en que algunas de las características de los organismos se heredaban.

Como resultado de su intenso trabajo con la colaboración de Syms, Charles empleó solamente un poco más de los dos años que había calculado para terminar su manuscrito sobre el viaje del *Beagle*. Su *Diario de las investigaciones* se publicó en 1839, cuando aún vivía en Londres, ya casado y con un hijo. El libro resultó un verdadero éxito editorial por la forma accesible e interesante con que Charles narró su labor de naturalista a bordo del *Beagle*. Habiéndose desembarazado de esta obligación, Charles emprendió de inmediato una intensa tarea de recopilación de los datos disponibles acerca de las prácticas de cruzamiento y la obtención de razas de diversos tipos de animales domésticos. Preparó, para este propósito, una encuesta muy elaborada que envió a ganaderos y granjeros de la Gran Bretaña. De esta encuesta y de su extensa experiencia personal desde pequeño en lo referente a la vida de las granjas, los campos de cultivo y las plantas de ornato hasta su recién adquirido interés por la cría y selección de

razas en las palomas, Charles empezó a derivar conclusiones importantes, las cuales registró en sus dos *Ensayos sobre los fundamentos del origen de las especies*, escritos en 1842 y 1844, y que constituyeron, en buena parte, la base del manuscrito para *El origen de las especies*.

En sus *Ensayos…*, Charles menciona que «las condiciones más favorables para la variación parecen darse cuando los organismos se cruzan por muchas generaciones en un proceso de domesticación». Se había percatado de que existía un efecto acumulativo en la variación durante el proceso de domesticación y lo ejemplificaba con el «vasto número de razas y variedades de casi todas las plantas y animales que han sido domesticados por un largo periodo». La variación en los animales y en las plantas domesticados había estado presente durante todo el tiempo en que la humanidad actuó como agente seleccionador al modificar dichos animales y plantas según sus necesidades o gustos. Sin embargo, esta variación adquirió en la visión de Charles una dimensión y significados totalmente nuevos: los individuos, incluida nuestra especie, no son repeticiones automáticas y fieles de sus progenitores como si fueran copias fotostáticas. En el proceso reproductivo había algo que Charles todavía no podía definir y que generaba una variabilidad prácticamente infinita en las características de los organismos que proporcionaban a cada nuevo ser su individualidad. Charles hizo mención también de cambios notables en las características de los individuos, a los que dio el nombre de *sports*, término que se usaba en la horticultura para describir cambios bruscos y espontáneos en las plantas; ahora llamamos mutaciones a esos cambios «abruptos». Una mutación es un cambio repentino en un gen que produce una transformación estable en las características que controlan tal gen.

Charles reconoció que, además de la variabilidad individual, que consideraba una característica inherente a los organismos, el mecanismo de selección ejercido por el hombre era decisivo. La selección de los individuos con las características buscadas y su cruzamiento cuidadoso con otros que las compartieran eran parte esencial del proceso por el cual se iban seleccionando y conformando nuevas razas y variedades en el curso de la domesticación. Charles describió lo anterior en la siguiente forma:

> La selección, aunque sencilla en teoría, es y ha sido importante a un grado tal que resulta difícil exagerar. Requiere una habilidad extrema, resultado de una continuada práctica, para poder detectar incluso las más sutiles diferencias en las formas de los animales, e implica tener en mente un objetivo muy claro; con estos requisitos y con paciencia, el criador debe estar observando cada ligero cambio hacia el fin deseado, seleccionar a los individuos apropiados y aparearlos, y continuar de esta forma con subsecuentes generaciones… evitando cruzas accidentales con individuos que no porten las características deseadas… para evitar una variabilidad que produzca regresiones a formas ancestrales.

Éste era justamente el mecanismo por el cual los criadores de ganado podían modificar las características de animales y plantas y desarrollar, en unos cuantos años, nuevas razas y variedades con apariencias, atributos y comportamientos diferentes. Y éste fue el mecanismo que el «hombre primitivo», desde hace muchos miles de años, empleó para producir primero las plantas cultivadas y luego los animales domesticados, con lo cual puso las bases para el desarrollo de las diferentes civilizaciones que han compartido nuestro planeta.

En resumen, a Charles le era evidente que si bien los animales de una misma camada o las plantas que germinaban de las semillas de un mismo fruto diferían entre sí, también conservaban algunas características que los asemejaban a sus padres. Su conclusión fue entonces que, como ocurría entre

los hombres, *ningún individuo era idéntico a otro*, todos diferían entre sí, aunque fuera por alguna característica pequeña. En sus propias palabras: «La expresión proverbial de que no hay dos plantas o animales que nazcan absolutamente iguales es mucho más cierta en el caso de los organismos que han pasado por el proceso de domesticación que en los silvestres».

La opinión inicial de Charles en el sentido de que la variación era mucho más clara en los organismos domesticados que en los silvestres pronto se corregiría, gracias a la acumulación de más observaciones sobre la variación de los individuos en condiciones silvestres realizadas por él y por otros naturalistas.

El perro, el amigo más variable del hombre

La variación individual, que tanto impresionó a Charles, es la que nos permite reconocernos en la raza humana como seres diferentes unos de otros. Tal diferencia es más evidente entre los individuos adultos de la misma raza, ya que por lo general nos cuesta más trabajo distinguir entre sí a los individuos de una raza diferente de la nuestra con la que casi no convivimos (por ejemplo, los chinos) o entre los recién nacidos, independientemente de la raza que sean. Esto último se debe a que las características que imprimen la individualidad a un ser no se han desarrollado lo suficiente en los niños. Estas diferencias individuales son tan precisas que pueden catalogarse, como ocurre con el ADN y las huellas digitales o con las características electroforéticas de la sangre y otros fluidos orgánicos: solamente hay un tipo para cada persona, y éste no se repite nunca. Una muestra de la

individualidad en el nivel de la estructura química de los organismos la constituyen las respuestas inmunológicas que aparecen cuando se hacen transplantes de tejidos u órganos. Esta misma individualidad está presente en *todas* las especies, vegetales, animales o microorganismos, aunque por lo general no estemos adiestrados para percibirla tan fácilmente entre ellos como lo hacemos entre los seres humanos. La noción de que todos los fresnos de un bosque parecen idénticos no es más que un reflejo de nuestro juicio superficial y de nuestra limitada capacidad para distinguir la individualidad en otros seres que no sean los humanos. Un botánico experto tendría una percepción muy diferente al respecto.

El ejemplo más claro y familiar de la variación que es dable alcanzar en los animales domesticados es la enorme variedad de razas de perros. Esta variedad es tan grande que Darwin estaba convencido de que las razas tenían que originarse de varias especies silvestres de cánidos. La gran variabilidad de los perros es el resultado del interés del hombre en obtener no solamente animales útiles por su función, como los perros pastores, sino también ejemplares atractivos por sus muchas formas y tamaños. Tal variabilidad no es tan grande, por ejemplo, entre los caballos y el ganado vacuno, donde el propósito de cría y selección es fundamentalmente utilitaria, y aunque generalmente no ha atendido a modas o caprichos, esto podría ocurrir si el hombre se lo propusiera.

Volviendo brevemente al caso de los perros, la opinión más aceptada en la actualidad es que todas las razas derivan del lobo, *Canis lupus* (figura VII.3), y que los primeros rastros arqueológicos de perros domesticados datan al menos de hace unos 14 000 años. Es posible que varias de las actuales razas de perros hayan surgido de repetidas cruzas entre razas ya seleccionadas por el hombre y formas totalmente silvestres de *Canis lupus*; el hombre pudo haber adoptado esas cruzas y

empezado a seleccionarlas hasta lograr formas diferentes. Algunas de las razas semidomesticadas han regresado a la vida silvestre, dando origen a especies de perros salvajes como es el caso del dingo australiano.

FIGURA VII.3. *Lobo* (Canis lupus).

Todas las razas de perros que conocemos son potencialmente interfértiles, es decir, se pueden cruzar entre sí, aunque hay algunas barreras físicas que lo impiden, como ocurriría en el caso de intentar la cruza de un macho gran danés y una perra chihuahueña, no solamente por el problema del apareo, sino también por la seria dificultad de que aun utilizando inseminación artificial se desarrolle adecuadamente el feto en el vientre de una perra que ha sido seleccionada hacia la miniaturización. La variabilidad de razas de perros es sólo un ejemplo de lo que se puede obtener en un grupo de animales como el de los mamíferos. Como sabemos ahora, esta variabilidad lograda en razas caninas es de naturaleza genética, ya que es estable y se hereda; la misma variabilidad no está restringida a un grupo de organismos, sean éstos animales o vegetales. Ahora resulta curioso que esta variabilidad de los organismos domésticos, que siempre ha formado parte de la vida diaria y por lo tanto de la cultura

de una gran porción de la Europa rural, no haya despertado duda alguna sobre el dogma prevaleciente en la sociedad occidental acerca de la inmutabilidad de las especies y de su creación especial. La esencia misma de la evolución, la variabilidad genética, estuvo siempre ante los ojos de todos, y nadie advirtió su significado.

Darwin resume sus puntos de vista sobre la variación resultante del proceso de domesticación de la siguiente forma:

> Las razas se producen en el proceso de domesticación de la siguiente forma: *a)* por el efecto directo de las condiciones externas a las cuales están expuestas las especies; *b)* por otros factores tales como las modificaciones en la alimentación que producen cambios plásticos, la acción del hombre en la selección y el cruzamiento controlados de ciertos individuos, la introducción en su ganado de machos seleccionados o la cuidadosa preservación de la vida de los individuos más adaptados a sus propósitos; *c)* por la constante cruza de razas ya producidas y la selección de su progenie. Después de suficientes generaciones, el hombre puede disminuir su atención en el cuidado de la selección, pues la raza se habrá estabilizado y la tendencia a regresar a formas ancestrales habrá disminuido. Por estos medios el hombre puede llegar a producir infinidad de razas curiosamente adaptadas a sus necesidades, sean éstas importantes o frívolas.

Aunque Darwin continuó toda su vida interesado en aspectos del cultivo de plantas, especialmente ornamentales, en su jardín, y de la cría de palomas, sus principales registros e ideas sobre variación bajo domesticación ocurrieron en los primeros años de su trabajo en el problema de las especies, y seguramente continuaron influyendo en sus reflexiones acerca del análisis de los registros fósiles y los cambios geológicos, así como de la variación de las especies en condiciones naturales.

VIII. La historia de las rocas

El príncipe de los *Principios*

Terminando de vestirse, Charles oyó que alguien tocaba repetidamente a la puerta. Su primer sentimiento fue de preocupación porque su hermano Erasmus podría despertar con el ruido; era muy temprano y, después de todo, él había sido muy amable en haberlo alojado en su departamento mientras encontraba uno propio. Con todo cuidado abrió la puerta de su habitación y bajó de puntillas los crujientes escalones de madera hasta la puerta de entrada. Al abrir, Charles se encontró no solamente con el refrescante aire de la mañana sino también con las rugosas facciones de Adam Sedgwick, quien con ojos semicerrados trataba de enfocar el objeto que tenía enfrente. «¡Ajá, engordó en el viaje, Darwin! Apenas ayer me dieron la dirección de su hermano y decidí visitarlo cuanto antes; lo invito a desayunar en algún lugar, necesito hablar con usted y además me gustaría que me contara de sus excursiones en los Andes. ¡Alístese y vámonos!». Charles no sabía si reponerse primero de la sorpresa de ver después de mucho tiempo a su antiguo profesor de geología o de la andanada de palabras que Sedgwick le lanzó sin darle siquiera los buenos días. Sin atreverse a cuestionarlo, descolgó apresuradamente su sombrero del perchero detrás de la puerta y se enredó al cuello su vieja bufanda con los colores de la Universidad de

Cambridge; cuando despertara, su hermano entendería que había tenido que salir. Al bajar los escalones hacia la calle, Charles finalmente pudo expresar su sorpresa y su gusto de volver a ver a quien lo había iniciado en la geología, ciencia en la que ahora se movía con tanta confianza y acerca de la cual tenía ya escritos varios trabajos sencillos que Henslow y el mismo Sedgwick se encargaron de presentar ante sociedades geológicas, tanto en Cambridge como en Londres.

Las horas pasaron volando ante la mesa de la pequeña taberna escogida por Sedgwick, y a pesar de que habían empezado a desayunar temprano, la geología de Sudamérica los absorbió de tal forma que pronto advirtieron que los parroquianos ahora llegaban a almorzar. «En fin, Darwin, creo que lo más importante es que ahora usted conozca a Lyell, quien por cierto tiene un gran interés en verlo y está celoso de que lo monopolicemos sólo Henslow y yo», le dijo Sedgwick echando el cuerpo hacia atrás en la silla para estirar los brazos y la entumida espalda: «A Lyell le atrajo mucho el material que Henslow y yo publicamos con sus notas y datos; piensa que usted puede tener ideas realmente innovadoras en geología». Charles estaba nuevamente en ese estado de embriagador deleite que experimentaba cuando oía algo que a la vez lo halagaba y lo dejaba estupefacto. «¿Pero cómo podré verlo?, ni siquiera sé dónde vive», le replicó nerviosamente a Sedgwick, quien en seguida contestó: «De eso me ocupo yo, mi querido Darwin, de eso me ocupo yo».

Finalmente llegó la nota, entregada personalmente por un mensajero. La escritura era cuidada, redonda, seguramente femenina, pero terminaba con la firma de un puño diferente: «Chas. Lyell»; era una invitación para visitar a los Lyell a cualquier hora de la tarde del día siguiente. Cuando finalmente esa tarde llegó, el impaciente Charles se rasuró con gran cuidado debajo de las patillas el único remanente de la

rojiza barba que lo acompañó buena parte del viaje en el barco; se vistió con un nuevo traje que acababa de recoger del sastre y se puso una camisa recién planchada y una discreta corbata.

Caminó lleno de ansias a la dirección que indicaba la nota: el número 16 de la calle Hart; era una corta distancia desde el departamento de Erasmus en la calle Great Marlborough. Se trataba de una casa de ladrillo rojo y de tres pisos, rentada por los Lyell; «realmente no muy atractiva, desde fuera al menos», pensó Charles, aunque eso era lo que menos le importaba. Su mente estaba puesta en la impresión que él le causaría a quien fuera, a través de sus obras, prácticamente su ídolo y su guía intelectual durante los casi cinco años de travesía en el *Beagle*. Sentía un nudo en el estómago cuando dejó caer dos veces el pesado aldabón de bronce de la puerta; al abrirse ésta, se encontró con un sonriente Charles Lyell, quien atendía en persona al llamado, ya que la familia no contaba con servidumbre a pesar de tener los medios para ello. Él era un hombre alto, agradable, de 39 años y con una mirada que parecía estar fija más allá de su objeto de visión, lo cual era el resultado de una severa miopía.

«Mi querido Darwin, qué placer. Realmente he estado esperando esta oportunidad; entre, por favor. ¿Puedo presentarle a mi esposa Mary? Como pudo percatarse por mi nota, ella se encarga de mi correspondencia social». Mary Horner de Lyell, como ya lo mencioné, era la hija de Leonard Horner, el afamado geólogo y educador a quien Charles conociera desde su fallida estancia en Edimburgo y con quien mantuvo durante toda su vida correspondencia acerca de asuntos geológicos de Europa, en los que Horner era experto. «Me hizo gracia saber, a través de Henslow, que usted empezó a interesarse en la historia natural por los insectos; a mí me pasó exactamente igual», le comentó Lyell, una vez que los

tres se hallaban instalados en la amplia sala llena de muebles de diferentes estilos; «sólo que a mí, en vez de mariposas y escarabajos, me fascinaban los insectos acuáticos. Pero vamos al grano, Darwin, cuénteme cuáles son sus planes para el futuro y en qué puedo ayudarlo».

Poco a poco, Charles fue venciendo la mezcla de vergüenza y modestia que le producía estar ante la mayor celebridad geológica del mundo y se fue acostumbrando al bajo tono de voz, casi susurrante, con el que Lyell hablaba y que al principio lo había puesto nervioso. Inició la narración de sus experiencias: mencionó que tenía un libro de notas de geología de más de 900 páginas aparte de las notas geológicas de su diario, así como los trabajos ya terminados o que estaba en proceso de escribir; habló también de sus planes para escribir un libro sobre la geología de Sudamérica… «Fantástico, absolutamente fantástico que piense usted en escribir todo ese material; cuanta más literatura de buena calidad tengamos en nuestra ciencia, más fuerte y mejor conocida será la geología —Lyell hablaba honestamente—, pero cuénteme acerca de los arrecifes que visitó durante el viaje; no sabe cómo lo envidio por esto; yo nunca he tenido la oportunidad de ver un arrecife coralino de buen tamaño».

Un tema que Charles *no* quería discutir frente a Lyell, sobre todo en su primer encuentro, era precisamente el de los arrecifes coralinos; por eso ni los mencionó entre sus planes de publicación. Sus ideas acerca del origen y evolución de los arrecifes eran totalmente contrarias a las que en esa época eran aceptadas por los geólogos y naturalistas, propuestas por el mismo Lyell. «Dios mío —pensó—, no llegaré muy lejos en mi relación con Lyell, cuya ayuda necesito para resolver dudas y problemas de mis colecciones, si lo ofendo con mis puntos de vista que son tan diferentes a los suyos, pero de los cuales estoy totalmente convencido». «¿Puedo hablarle con

toda franqueza? —le preguntó finalmente Charles tragando saliva—. Mis puntos de vista difieren notablemente de su teoría de que los atolones se originan necesariamente en el borde de los cráteres de volcanes; pero usted juzgará por lo que le diga si mis ideas tienen fallas». Lyell irguió su largo cuerpo, trató de enfocar bien sus ojos sobre la figura de Charles, y le dijo: «Adelante».

Al tiempo que Charles empezaba a hablar, Lyell se paró delante de una silla, se agachó hasta apoyar la cabeza en el asiento de la misma y cerró los ojos para escuchar. Sin intimidarse por la excéntrica postura de Lyell, Charles empezó a contar cómo llegó a definir que los corales solamente se desarrollaban en aguas templadas y crecían mejor del lado del mar abierto donde había más nutrientes, y también que no podían crecer a una profundidad mayor de unos 40 metros. Le refirió cómo la teoría de los cráteres era inadecuada, ya que las profundidades a las que se detectaban los corales muertos y las extensiones que podían alcanzar eran demasiado grandes aun para los mayores cráteres; los enormes arrecifes existentes en los océanos Pacífico e Índico no podían ser explicados por la teoría del origen volcánico. Explicó que su teoría proponía que no eran volcanes, sino montañas o cadenas montañosas que alguna vez estuvieron sobre o al ras de la superficie marina, y que eran la base para el desarrollo de los arrecifes, no obstante que ahora se hallaban sumergidas a cientos de metros bajo el mar, en un lento proceso de hundimiento del piso de los océanos, principalmente del Pacífico. Charles, casi sin aliento, finalizaba su relato ante un ominoso silencio que llenaba la sala; Mary Lyell miraba fijamente a su marido.

De pronto Lyell se irguió cuan largo era de su encorvada posición y dio un sonoro grito: «¡Estoy maravillado y deleitado por lo que he oído!», y se puso a danzar por toda la

sala con los brazos extendidos como un desgarbado molino. Charles lo miraba atónito, hasta que la suave voz de Mary lo volvió en sí: «Mi marido acostumbra dar estas demostraciones cuando lo embarga el júbilo; no le ponga mucha atención». Al término de sus giros de compás, en los que por cierto demostró destreza ya que no golpeó ninguno de los muebles de la sala, Lyell le tendió la mano a Charles, quien respondió al gesto, y lo empezó a sacudir como si estuviera bombeando agua de un pozo: «Su teoría sobre las islas de coral me ha aplastado. Quiero definitivamente que la presente en la próxima sesión mensual de la Sociedad Geológica. Mi formación original de abogado no me permite aceptar ideas a la ligera; sin embargo, las suyas me han aclarado en un momento algo que no había llegado a comprender bien; aunque me duela aceptarlo, porque me gustaba mi teoría, usted tiene el verdadero conocimiento de cómo se desarrollan las islas coralinas. Felicitaciones». Charles volvía a sentir la embriaguez del triunfo y del halago merecido.

Para entonces eran ya casi las 10 de la noche y, según la etiqueta inglesa, nadie que hubiera llegado a una casa con la luz del día podía quedarse tan tarde sin importunar a sus anfitriones. Charles anunció, muy a su pesar, que tendría que retirarse, a lo cual Lyell repuso: «Hacía mucho que no tenía una tarde tan llena de rica información geológica. Darwin, tiene usted que volver pronto; lo esperamos el fin de semana para que conozca a Owen, quien ha estado trabajando con sus colecciones paleontológicas». Charles se despidió de un excitado Lyell y de una tranquila y benigna Mary. Esta visita vespertina marcaba el inicio de una larga, importante y fructífera relación entre dos hombres que iban a revolucionar la ciencia de su tiempo. Aunque Darwin apenas acababa de

conocer personalmente a Lyell, lo llevaba como parte de su pensamiento desde hacía más de cinco años.

A partir de esta fecha Lyell empezó a llenar en la vida de Charles el mismo nicho de tutor, consejero y guía que John Henslow tenía hasta ese momento, sin desplazarlo y complementando muchos aspectos de su trabajo, incluso aquellos de carácter no estrictamente geológico, proveyéndole de sugerencias tales como la conveniencia de no aceptar posiciones científicas oficiales, seguidas de un «pero no le diga a nadie que yo se lo aconsejé». Los consejos de Lyell incluían asuntos extracadémicos, que iban desde la forma de amueblar una casa económicamente hasta cómo establecer la rutina de trabajo diaria más apropiada. Charles aceptaba esta relación «paterna» con gusto, lleno de admiración y aprecio por la calidad científica y humana de Lyell, y siempre tuvo el cuidado de reconocer su influencia. En una carta al suegro de Lyell, Charles escribió en 1844: «Pienso que mis libros se generan en gran parte en el cerebro de Lyell… no sé cómo puedo reconocerlo suficientemente [la influencia de Lyell] sin usar un sinnúmero de palabras, ya que siempre he pensado que el gran mérito de los *Principios* reside en que ha cambiado el tono de mi pensamiento y que, por lo tanto, cuando veo algo que no fue advertido por Lyell lo veo parcialmente a través de sus ojos…». La vida de Charles en Londres se vio enriquecida por la introducción que Lyell le propició en círculos de intelectuales y científicos, como el Club Athenaeum, al que pertenecía, entre otros ilustres personajes, Charles Dickens.

La segunda edición del diario del viaje en el *Beagle*, aparecida en 1845, fue dedicada a Lyell en los siguientes términos: «A Charles Lyell, Esq., F. R. S., dedico esta segunda edición con el placer del agradecimiento, como un reconocimiento de que la parte más importante del mérito

científico que este diario pueda tener, así como las otras obras que el autor ha realizado, ha sido derivada del estudio de la bien conocida y admirable obra de los *Principios de geología*». Es difícil señalar cuál aspecto de la obra o del pensamiento lyelliano influyó más decisivamente en Darwin. Lo que podemos decir es que la teoría del uniformitarismo proveyó a Darwin de un escenario que permitía pensar que los procesos que afectan a los organismos vivos en el presente ocurrieron de manera similar en el pasado, y que su variación, de la cual existía abundante prueba en las observaciones geológicas de Darwin, pudo ocasionar la migración, expansión o desaparición de las especies.

Existe un hilo conductor en el pensamiento de Darwin que se inicia con la observación de fenómenos puramente geológicos, sigue con la interpretación de los hallazgos paleontológicos, principalmente los sudamericanos, continúa con la biogeografía (la distribución de los organismos sobre la Tierra), tanto la actual como la del pasado, para desembocar, finalmente, en conceptos claramente evolutivos.

Un libro al que le faltan muchas páginas

En *El origen*, Darwin no elude el hecho de que existen ciertas objeciones que podrían ser utilizadas para invalidar sus ideas sobre la evolución por medio de la selección natural. Una de esas objeciones, la que tiene que ver con la diferencia entre las especies y el hecho de que no exista el conocimiento de los innumerables y sutiles eslabones que las unen a partir de sus ancestros comunes, lo induce a dedicar dos capítulos del libro, el IX y el X, a aspectos de geología y registro fósil, en los cuales subraya las numerosas imperfecciones de este

registro. Para Darwin, una prueba incontrovertible de la solidez de su teoría de la evolución orgánica debería surgir de los depósitos de fósiles en el registro geológico; los diferentes organismos fósiles presentes en cada estrato geológico sucesivo deberían proveer los elementos de lo que hoy podríamos pensar como los cuadros de una película que relataran cómo cada grupo de organismos que paulatinamente desaparecía iba siendo remplazado por otro nuevo. La exploración geológica y paleontológica a mediados del siglo XIX era aún incipiente y existían numerosas lagunas en las secuencias fósiles de los pocos organismos de que se tenía cierto grado de conocimiento. Sin embargo, aun en nuestro tiempo, el registro fósil, con algunas notables excepciones, dista mucho de ser una secuencia completa de ascendientes y descendientes, y existen en él enormes brechas de información.

En relación con la naturaleza discontinua y sólo en parte reconstruida del registro fósil, Darwin menciona:

> La principal causa de que no existan en la actualidad los innumerables eslabones intermedios en la naturaleza depende del proceso mismo por el que ocurre la selección natural, en el que las nuevas variedades toman continuamente el lugar de las formas de las que se originaron. En justa proporción a la gran escala en que este proceso de extinción de formas primitivas ha ocurrido, el número de formas intermedias que existieron alguna vez sobre la Tierra debería ser enorme. ¿Por qué entonces cada formación geológica y cada estrato no está lleno de dichos eslabones intermedios? Sin duda la geología no revela en forma alguna tal cadena orgánica de finas gradaciones; ésta es, probablemente, la objeción más obvia y seria a mis ideas. La explicación reside, según creo, en la extrema imperfección del registro geológico.

Existen varias razones que explican las notables imperfecciones del registro fósil. La primera es que no todos los organismos tienen igual probabilidad de quedar incluidos en el registro geológico. El proceso de fosilización requiere, en

la mayoría de los casos, que los organismos tengan estructuras duras; algunos ejemplos de éstas son los huesos de los vertebrados, las cubiertas más o menos duras de los insectos y los moluscos, los cascarones de los huevos de aves y reptiles, las partes leñosas o muy fibrosas de diferentes estructuras de las plantas, etc. Con frecuencia estas partes duras reflejan de algún modo la forma externa del cuerpo del organismo, por lo que es posible reconstruir, con un grado satisfactorio de precisión, la apariencia del animal al que pertenecieron a partir de unos cuantos huesos fosilizados. El segundo factor que hace excepcional la conservación de un organismo como fósil es el proceso mismo de fosilización. Después de su muerte los organismos entran en un rápido proceso de descomposición en el que carnívoros y una amplia gama de organismos descomponedores cumplen su función con sorprendente velocidad. Los lectores aficionados a excursionar por zonas boscosas relativamente bien conservadas se habrán dado cuenta de lo anterior y podrán recordar que solamente en muy aisladas ocasiones habrán encontrado cadáveres de animales silvestres en descomposición, a pesar de que el proceso de mortalidad de los innumerables organismos animales de un bosque es constante. Como resultado de la descomposición, las partes remanentes del cadáver se dispersan rápidamente. Para que un organismo se fosilice hace falta que sus restos no estén sujetos a este acelerado proceso de descomposición y que pronto queden cubiertos ya sea por sedimentos o por arcillas y lodos, como los que existen en un pantano o en el fondo de un lago o un mar no muy profundos. El solo hecho de que los restos de los organismo sean duros no es en forma alguna garantía de que se conservarán. Por ejemplo, si las conchas de moluscos que caen al fondo del mar no son cubiertas con cierta rapidez por sedimentos, la erosión de la arena y otros

factores, como las fuerzas tectónicas, pueden romperlas y convertirlas en trozos cada vez más pequeños. La mayor parte de los sedimentos marinos están constituidos justamente por los restos finamente molidos de partes duras de otros organismos que, evidentemente, nunca se fosilizaron. Asimismo, los lectores aficionados a excursionar o simplemente a viajar con frecuencia por nuestro país sabrán también que las condiciones más favorables para la formación de fósiles (lagunas someras, pantanos, etc.) son relativamente escasas si se las compara con las extensiones de terreno firme y seco. En fin, baste con mencionar que, en promedio, las probabilidades de que un organismo se fosilice son del orden de 0,001 (es decir, uno de cada 1000), y esto para los organismos que tienen partes duras, óseas o calcáreas.

Aun fosilizado, un organismo puede ser destruido por fuerzas tectónicas de diversa índole; finalmente, para formar parte del registro fósil un organismo fosilizado tiene que ser descubierto por una persona o por alguna causa natural. Con algunas excepciones sobresalientes, la mayoría de los fósiles yacen en estratos geológicos muy profundos, bajo el mar o debajo de la tierra en donde fueron depositados por procesos tectónicos. De los que se conservaron superficialmente muchos se han perdido, ya que fueron erosionados por la lluvia y el viento. No obstante, se han descubierto notables formaciones fosilíferas y entre ellas destacan los excepcionales yacimientos de la zona de Tepexi de Rodríguez y de San Juan Raya, cerca de Tehuacán, en el estado de Puebla.

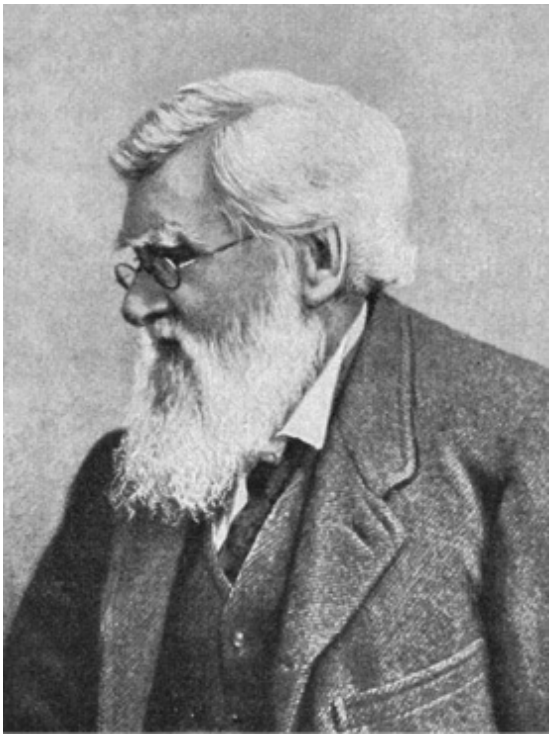


FIGURA VIII.1. *Alfred Russell Wallace (1823-1913). Geógrafo, botánico y naturalista inglés.*

Un factor igualmente importante, y que constituye una de las diferencias teóricas entre las concepciones que Darwin y Wallace tuvieron sobre la selección natural y la evolución, es el efecto del componente biótico del ambiente. El factor más importante que regula la vida de las especies es para Darwin el efecto de los organismos que constituyen el medio biótico, ya que influye más su vida que los elementos físicos del ambiente, como el clima. Wallace, por el contrario, daba muy poca importancia a las relaciones entre los organismos y pensaba que era el medio físico el factor causante de la selección natural. A este respecto Darwin dice: «Me he esforzado en demostrar que la vida de cada especie depende en mayor medida de la presencia de otras formas orgánicas que del clima; por lo tanto, las condiciones que realmente gobiernan la vida no se diferencian tan gradualmente como

sucede en el caso de la temperatura». Lo que esta aseveración de Darwin implica es que, debido a la complejidad de la trama biológica en un ecosistema, por ejemplo un bosque, pueden darse cambios menos paulatinos que los que usualmente caracterizan la variación climática o la de otros elementos físicos. Estos cambios paulatinos pueden ser amortiguados por los componentes biológicos durante mucho tiempo hasta que se llega al umbral en el que ocurre un cambio brusco, como la desaparición masiva de una o varias especies, lo cual genera una ruptura de las cadenas tróficas que cambia profundamente las condiciones de vida para las especies sobrevivientes.

Un planeta demasiado joven

Otra objeción que encontraba Darwin, y que ciertamente le hubiera gustado resolver (pero que nunca logró), se refería a la edad de la Tierra. Las ideas que él tenía sobre el cambio gradual de los organismos a partir de los más sencillos requerían tiempos mucho mayores que la edad que entonces se asignaba a la Tierra y que comenté al inicio de este libro. Usando datos acerca de las velocidades de sedimentación y el grosor de las rocas sedimentarias, así como de la concentración salina del mar o de la pérdida del calor solar, Darwin y algunos otros geólogos y naturalistas de ese tiempo calcularon que la edad de la Tierra debía ser de unos 400 millones de años. «Recordemos —decía Darwin— el argumento de Lyell respecto a que el grosor y la extensión de las formaciones sedimentarias son a la vez una medida y un resultado de la degradación que la corteza terrestre ha sufrido en algún otro lugar. ¡Qué gran degradación implican los

depósitos sedimentarios existentes en todos los países!». Sin embargo, incluso esta nueva dimensión temporal resultaba inadecuada para que Darwin pudiera explicar satisfactoriamente el proceso evolutivo sobre la Tierra. Él mismo lo reconoce al declarar:

> He hecho los comentarios [cálculos] anteriores porque es muy importante que tengamos alguna noción, no importa qué tan imperfecta sea, del paso del tiempo. Durante muchísimos años, en el mundo entero, la tierra y el mar han estado habitados por incontables formas vivientes. ¡Qué número infinito de generaciones, que la mente no alcanza a concebir, deben de haberse sucedido las unas a las otras en el largo transcurso de los años! ¡Volvamos ahora nuestra mirada al más rico de nuestros museos geológicos y contemplemos lo miserable de nuestro conocimiento!

En este sentido, Darwin menciona en el referido capítulo IX de *El origen:* «Quien lea la gran obra de sir Charles Lyell sobre los *Principios de geología*, al cual los futuros historiadores reconocerán como el precursor de una revolución en las ciencias naturales, y no acepte lo incomprensiblemente vasto de los pasados periodos de tiempo, mejor cierre de inmediato este volumen».

Es claro que ni Darwin ni otros naturalistas hubieran podido concebir tal escenario geológico si no hubieran sido influidos y convencidos por las ideas uniformitarias propuestas por Lyell. Es imposible también que Darwin hubiera concebido el lento pero constante proceso de la selección natural fuera del marco conceptual de la permanente acción de las fuerzas de cambio geológico que podía estudiar en el presente. Esto queda explícito en las mismas palabras de Darwin: «Aquel que rechace los puntos de vista sobre la naturaleza del registro geológico debería rechazar de una vez mi teoría en su totalidad».

Darwin reconoció la falta de «una secuencia completa de eslabones» en la cadena de sucesión de cada nueva especie o en la variación de una que disminuye en su tamaño o desaparece. Todos los organismos pueden clasificarse jerárquicamente como entidades pequeñas contenidas en otras cada vez más grandes. El primer sistema de clasificación de las especies en el mundo occidental fue propuesto en 1735 por Carl von Linné (o Linneo), un naturalista sueco. Linneo usó un sistema binomial, es decir, de dos nombres, para reconocer cada especie animal y vegetal. El primero de esos nombres es el *género*, designación compartida por varias especies que pertenecen al mismo, y el segundo es el epíteto propio de cada *especie*. Por ejemplo, el género *Phaseolus* contiene varias de las especies que conocemos con el nombre vulgar general de frijoles; *Phaseolus vulgaris* corresponde al frijol negro; *Phaseolus coccineus*, al frijol ayocote, etc. De la misma forma que las especies se agrupan en géneros, éstos se reúnen en categorías mayores. El género *Phaseolus* se agrupa en la subfamilia de las papilionáceas, que contiene muchos otros géneros, como *Vicia* (habas), *Pisum* (chícharos) y *Erythrina* (colorines); esta subfamilia se agrupa, junto con la subfamilia de las cesalpináceas (por ejemplo, el tabachín) y las mimosáceas (por ejemplo, las acacias), en la gran familia de las leguminosas. A su vez, las familias se agrupan en órdenes; así, las leguminosas se sitúan en el orden de las rosales, junto con otras familias como las rosáceas; los órdenes se agrupan en clases y divisiones (o *phyla* en el caso de los animales). Desde luego, y dependiendo de la complejidad de los grupos, se pueden presentar categorías intermedias entre las mencionadas. El sistema propuesto por Linneo fue pensado

para aplicarse a unos pocos miles de plantas que eran todas las que se conocían en Europa en el siglo XVII.

CUADRO VIII.1. *Síntesis de eras geológicas y principales acontecimientos biológicos en ellas.*

Era	*Periodo*	*Época*	*Algunos acontecimientos principales*
		Actualidad	
		Holoceno	
	Cuaternario	— 10 000 —	Numerosas extinciones de grandes mamíferos
		Pleistoceno	Edad del Hielo
		2 500 000	
		Plioceno	
Cenozoico		— 6 000 000 —	Primeros homínidos (familia humana)
		Mioceno	
	Terciario	— 26 000 000 —	
		Oligoceno	Modernización y especialización creciente de los mamíferos
		— 38 000 000 —	
		Eoceno	
		— 55 000 000 —	
		Paleoceno	Gran expansión de los mamíferos primitivos y arcaicos
		65 000 000	
	Cretácico		Extinción de los dinosaurios; aparición de los primates y otros muchos animales. Expansión de las plantas con flores
Mesozoico		135 000 000	
	Jurásico		Primeras aves
		190 000 000	Primeros mamíferos
	Triásico		Primeros dinosaurios
		225 000 000	
	Pérmico		Numerosas extinciones de invertebrados
		280 000 000	
	Carbonífero		Primeros reptiles
		345 000 000	
Paleozoico	Devónico		Primeros anfibios; expansión de los peces
		395 000 000	Primeros bosques
	Silúrico		Primeros animales de respiración aérea
		430 000 000	Primeras plantas terrestres
	Ordovícico		
		500 000 000	Primeros vertebrados
	Cámbrico		Gran expansión de los invertebrados marinos
		570 000 000	
Precámbrico		700 000 000	Primeros animales
		3 400 000 000	Quizá bacterias y algas verdes; quizá primeros organismos
		4 600 000 000	Origen de la Tierra

En el continente americano y mucho antes que Linneo, los mayas utilizaban un sistema de nomenclatura para clasificar las plantas muy similar al binomial del naturalista sueco y que aún se conserva parcialmente en nuestros días. Este sistema tenía el problema de que no se podía aplicar a todas las plantas, sino sólo a un grupo de unos pocos miles que eran las utilizadas y mejor conocidas por ellos.

En el contexto del pensamiento evolutivo la ordenación jerárquica de los organismos sugiere que hay una genealogía entre los grupos, es decir, que existe entre ellos una relación de descendencia desde un pasado más o menos remoto; los fósiles se adecuan, evidentemente, a este mismo modelo: los fósiles de las épocas más recientes o cercanas a nuestro tiempo deben estar relacionados entre sí en las categorías más pequeñas de la escala jerárquica, es decir, en los géneros y en las especies, mientras que los de las épocas más antiguas

tendrían que estarlo en el nivel de las categorías más grandes, las clases o *phyla*. El árbol genealógico de los animales vertebrados que se encuentra en la figura VIII.2 muestra lo anterior. En ese árbol algunos grupos superiores, por ejemplo los mamíferos marsupiales, aparecen más recientemente que los grupos menos complejos, como son los reptiles o los peces. Si se extendiera con mayor detalle cada una de las ramas de este árbol se encontraría el mismo patrón; por ejemplo, ninguna familia de mamíferos aparece antes de los 75 millones de años atrás y ningún orden de mamíferos se encuentra antes de 90 millones de años; los mamíferos se hacen cada vez más raros y menos diversos a medida que se remontan los 120 millones de años.

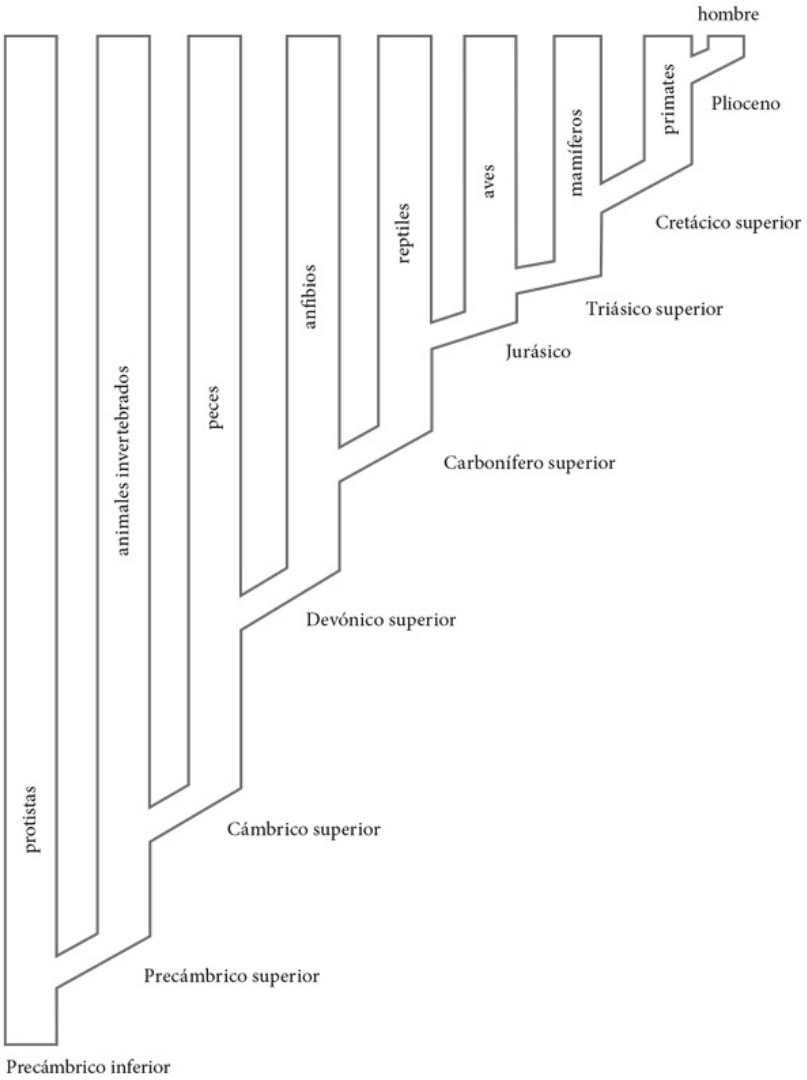


FIGURA VIII.2. *Esquema que ilustra los principales grupos animales involucrados en el proceso evolutivo del hombre. Nótese que los grupos con los que en el pasado remoto estuvo emparentado el hombre son todos fósiles ya extintos que difieren notablemente de sus correlatos actuales. Así, los anfibios del Devónico superior, por ejemplo, son muy distintos de las ranas o las salamandras actuales.*

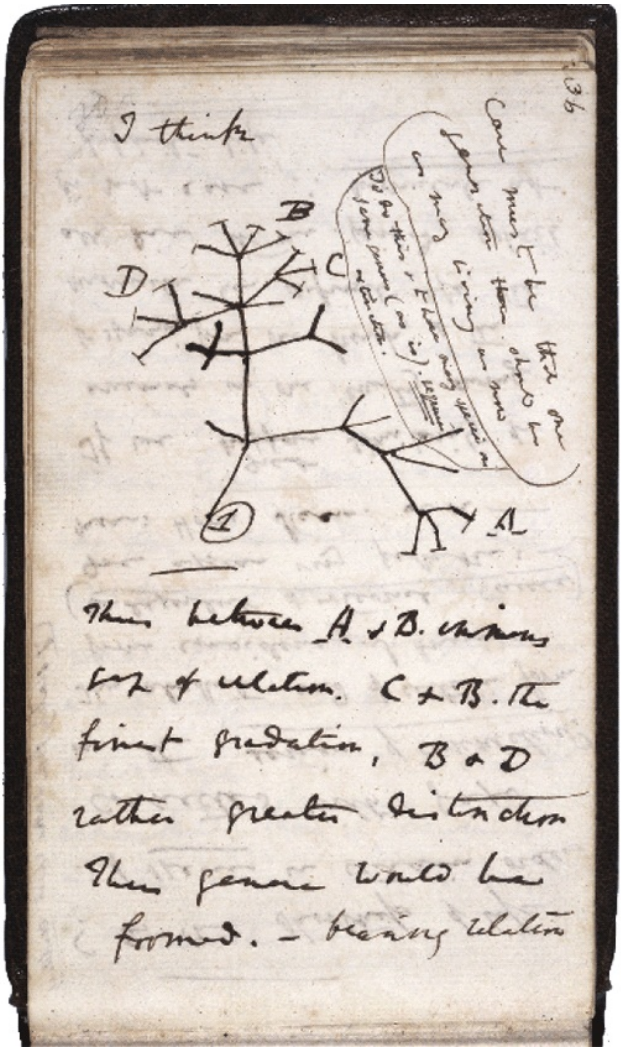


FIGURA VIII.3. *Figura del árbol de la vida que concibió Charles Darwin.*

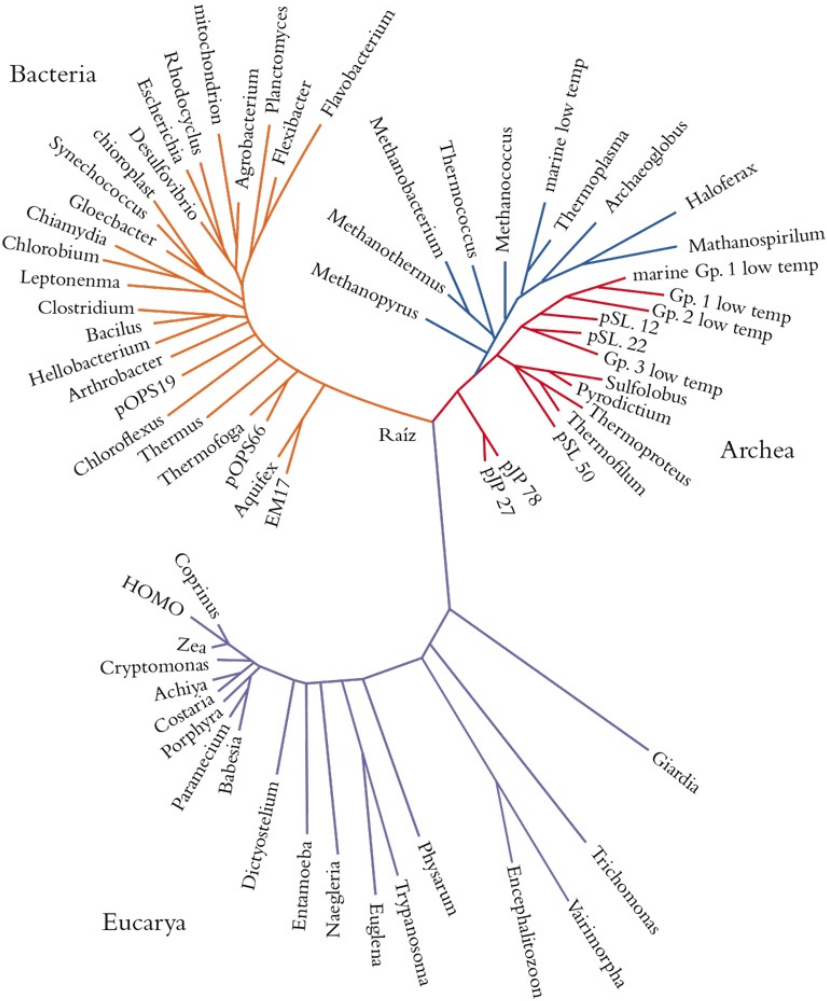


FIGURA VIII.4. *Clasificación moderna del árbol de la vida con bases moleculares.*

En la síntesis que Darwin hizo de sus dos capítulos sobre la naturaleza del registro geológico y de la aparición sucesiva de formas orgánicas en dicho registro, hay dos afirmaciones que me parece que expresan en forma sumaria la integración de su pensamiento con el de Lyell. Darwin escribió: «Si se probara que los animales más antiguos se asemejan hasta cierto punto a los embriones de los animales recientes de la misma clase, el hecho del progreso de los organismos en la

escala de la naturaleza sería mucho más inteligible». Los estudios de anatomía comparada nos demuestran ahora que éste es el caso; un ejemplo de ello son las diversas fases embrionarias del feto humano, que en su desarrollo recapitulan aspectos de nuestro pasado ictiológico y reptiliano. La otra aseveración de Darwin establece que «las principales leyes de la paleontología proclaman claramente, como a mí también me parece, que las especies han sido producidas por una generación ordinaria: las formas viejas son suplantadas por formas nuevas y mejoradas de vida, producidas por las leyes de la variación *que aún actúan a nuestro rededor* y son preservadas por la selección natural».

Charles muy bien pudo haber proseguido en el campo de la geología y convertirse en un geólogo renombrado. Sus contribuciones en este campo fueron importantes, por lo que logró un lugar reconocido entre los científicos de su tiempo. Tenía además suficiente información de campo como para seguir publicando trabajos cómodamente y así situarse en los círculos científico-sociales que reforzaran su posición. No ocurrió así. A esto contribuyó su aislamiento en Down que lo alejó de la vida social y científica de Londres, e incluso del mismo Lyell, a quien podía visitar cada vez con menos frecuencia. También es necesario considerar que el lugar científico logrado por Lyell era de tal dimensión, que Charles debió de haber sentido que su papel en la geología se reduciría simplemente al de un proveedor de información adicional y de confirmación de un esquema conceptual ya bien definido por el gran geólogo. No había mucho espacio más en ese nicho de la geología para alguien nuevo como él. Finalmente, porque con seguridad pensó que era en el terreno de la definición de lo que él llamaba «el problema de las especies» donde yacía el reto intelectual más importante que

había descubierto y donde podría hacer, según sus propias palabras, «una contribución útil, aunque sea humilde».

IX. Tres emes: Malthus, Mozart y matrimonio

Casarse o no casarse, ésa es la cuestión…

Envuelto en varias pesadas cobijas de lana, sobre una cama cuyo colchón le recordaba la topografía de los Andes, Charles tenía la mirada y el pensamiento perdidos en los rebuscados detalles de la cornisa del blanco techo; se sentía entre deprimido y enfadado. Aunque ya recuperado notablemente de los rigores del viaje, pasar inactivo una semana en cama le producía un mal humor extraordinario, particularmente porque no acertaba a encontrar el origen de su extrema debilidad. El tamborileo de los dedos de Syms en la puerta de su habitación lo volvió de su viaje mental; su fiel ayudante le traía el almuerzo, un humeante caldo de gallina cuyo aroma empezó a reconfortarlo. No era la primera vez que sentía un ataque de flacidez, pero nunca antes lo había afectado tanto. Se incorporó con un poco de esfuerzo de entre las mantas y, sentándose, apoyó la bandeja sobre sus tambaleantes rodillas.

—Syms, me debo de estar volviendo viejo —le dijo mientras trataba de enfriar el caldo removiéndolo con la cuchara—; creo que debo tomar un descanso para recuperarme; ¿qué te parece un viaje a Edimburgo?

—Lo del viaje me parece muy bien, míster Charlie, pero lo de que se está volviendo viejo a los 29 años no se lo traga ni un avestruz —le contestó con jovialidad su leal ayudante—. Yo creo que han de ser los recuerdos de alguna de las fiebres

que todos debemos de haber contraído durante el viaje. Sin duda, un buen descanso le hará bien, particularmente después de tanto trabajo continuado; sería muy conveniente que saliera más a menudo con sus amistades para distraerse; trabaja con demasiada intensidad.

—Viejo Syms, suenas como una esposa; no he pensado en casarme justamente para evitar enfrentarme a este tipo de argumentos. Además, ¿te imaginas la cantidad de reuniones sociales insulsas a las que tendría que asistir estando casado?, ¿y las distracciones continuas del trabajo?, ¿y las angustias de tener que cuidar de los niños?, ¿y lo que todo eso costaría? No, gracias, creo que estoy mucho mejor así, particularmente con las ventajas de tu eficiente compañía.

—Será mejor que se vaya haciendo a la idea de que esto no durará mucho y de que se quedará solo en algún momento, míster Charlie —contestó Syms—; su trabajo con las rocas y las colecciones del *Beagle* ha avanzado rápidamente, en buena parte gracias a mi ayuda; cuando se acabe esto, yo ya no tendré mucho que hacer aquí en Londres con usted. Además, yo sí quiero vivir una vida normal con una esposa e hijos y, con todo respeto, yo le sugeriría al tozudo *Cazamoscas* que pensara en las ventajas de establecer una buena familia.

—Suficiente, Syms, no más sermones, por más que no los haya escuchado en una iglesia desde que regresamos del viaje —le respondió Charles, en tono solemne pero agradecido en su interior por el cuidado constante que Syms siempre le había demostrado—. Recoge la charola y ayúdame a vestir; creo que sería bueno que salga a hacer los arreglos necesarios para el viaje; no te olvides de regresar hoy mismo las rocas que tenemos aquí y traer las que faltan de los Andes; y, Syms, mil gracias por todo…

El viaje a Edimburgo le trajo a la memoria, mientras recorría las colinas de un verde casi líquido que rodean la ciudad, mil detalles contrastantes de su estancia en la escuela de medicina; los recuerdos amargos: la incontenible náusea de las dantescas prácticas de cirugía, los aburridos cursos, los insulsos profesores; los placenteros: sus visitas al Museo de Historia Natural, la asistencia a las sociedades científicas, las enseñanzas y asesorías del doctor Grant en el campo de la zoología. Charles aprovechó para visitar Glen Roy y tomó notas acerca de las terrazas de este pequeño fiordo, añadiendo breves ideas sobre su posible origen.

En medio de todos esos pensamientos se sorprendió de que recurrentemente se incrustara en su mente la necesidad de evaluar las ventajas e inconvenientes del matrimonio. Su conversación con Syms le provocó una especie de infección mental, al grado de que se encontraba en la necesidad de escribir listas de pros y contras casi en cualquier pedazo de papel y en los momentos más inesperados. Entre las ventajas anotaba que si llegaba a tener hijos éstos serían de pequeños mejor compañía que un perro, y que se constituirían en protección y amistad en la vejez; los placeres de un hogar, alguien que cuide de todos los detalles de la casa, la compañía y la charla femeninas… Entre las desventajas incluía el esfuerzo y el costo de encontrar y mantener una casa, la inversión de tiempo para atender a los hijos, especialmente si eran muchos; no aprovechar las oportunidades de aprender francés, de viajar por el mundo y realizar ascensiones en globos, la posibilidad de viajar a México y estudiar su geología…

Su argumentación en contra del matrimonio no era en realidad muy robusta; su lista parecía más bien un intento de convencerse de que, a pesar de su reticencia superficial, era más conveniente, *y más cómodo*, contraer matrimonio; le

atraía la vida de los clubes de hombres pero se imaginaba la existencia gris y solitaria en un desordenado piso de soltero, que de hecho había experimentado tanto en su propio departamento como en el de su hermano Erasmus. Se sentía cada vez más atraído por la visión de una casa limpia, ordenada, con fuego en la chimenea, una dulce mujer leyéndole un libro en el sofá, quizá un poco de música…

FIGURA IX.1. *Vista de Edimburgo.*

De la misma forma que la primera vez que salió de Edimburgo, a los 18 años, estaba plenamente convencido de que nunca sería un médico, ahora a los 29, cuando emprendía el regreso hacia Londres, estaba convencido de que tendría que hacer algo para dejar el celibato. ¡Hacer algo para casarse!, ¿pero qué? La angustia lo invadía nuevamente; la exploración social necesaria para encontrar una mujer atractiva y adecuada le producía pánico; experimentó la vida de ermitaño los últimos dos años, fundamentalmente con la compañía de Syms y Erasmus, y la recalcitrante misoginia de su hermano no era el mejor estímulo para establecer amistades femeninas. Habrían de pasar casi cinco meses

después de su viaje a Edimburgo para que encontrara respuesta a su pregunta de qué hacer respecto al matrimonio y, nuevamente, como en el caso de su providencial viaje en el *Beagle*, su familia tendría, como veremos, un papel decisivo en resolverle los problemas de la vida.

Lecturas de pasatiempo

Durante la segunda mitad de 1838 ocurrió uno de los acontecimientos que sirvieron de inspiración para moldear el concepto de selección natural en el pensamiento evolutivo de Charles. A su regreso de Edimburgo, después de una breve estancia en Shrewsbury y Maer Hall para visitar a su familia y a las primas Wedgwood, Charles regresó a su apartamento de Londres a continuar su trabajo sobre la zoología observada durante el viaje del *Beagle* y a escribir el artículo sobre las terrazas de Glen Roy. Su mente estaba en revolución; las ideas sobre el matrimonio lo asediaban y su escape de ellas era sumergirse cada vez más intensamente en su trabajo. Por si todo lo anterior no fuera poco, Charles recibió una tarde en su departamento de la calle Great Marlborough la visita de un irascible capitán FitzRoy, quien estaba sumamente molesto por un comentario de Lyell en la introducción de su recién publicado libro *Elementos de geología*. Lyell se lamentaba de que el *Diario de las investigaciones*, escrito por Darwin, aún no saliera a la luz pública debido al retraso de los otros dos volúmenes, responsabilidad de FitzRoy. El capitán se sentía afectado en su dignidad, ya que el comentario de Lyell sugería que era un haragán. Charles recurrió a todo tipo de argumentos para calmarlo y reconfortarlo, asegurándole que él no tenía nada que ver con el comentario de Lyell y que se

encargaría de hacer saber a todos que FitzRoy tenía una labor extraordinariamente compleja ante sí al tener que escribir el relato de dos viajes diferentes. Al fin tranquilo y antes de despedirse, FitzRoy se excusó por su violento arranque de ira contra Charles, quien unos días después describió a Lyell tal encuentro en una carta en que le comentaba que el capitán «requiere composturas en alguna parte de su cerebro».

Hacia septiembre y octubre de 1838, su trabajo con los libros de notas sobre las especies lo absorbía cada vez más y más, manteniéndolo en un estado de exacerbación mental en el que las ideas se precipitaban en un tumultuoso desorden. En una carta a Lyell, del 13 de septiembre, Charles le refiere la inquietud de su estado de ánimo: «En los últimos días he estado tristemente tentado a no trabajar, es decir, tan sólo en lo que se refiere al trabajo en geología, debido a que me ha asaltado en forma intensa un maravilloso número de ideas sobre la clasificación, las afinidades y los instintos de los animales, y que tienen que ver con el problema de las especies. He llenado muchos libros de notas con datos y hechos que *claramente* parecen ir ordenándose por sí mismos bajo subleyes».

Charles siguió trabajando intensamente por varias semanas más sobre distintos temas, pero el «problema de las especies», como lo llamaba, le iba demandando cada vez más y más atención. Por lo general, a media tarde Charles se encontraba mentalmente exhausto y tenía que recurrir a alguna distracción o pasatiempo, que fundamentalmente consistía en leer con avidez todo tipo de obras: libros científicos, metafísica, relatos de viajes, manuales de agricultura… Para satisfacer esta necesidad, Charles tenía que hacer frecuentes incursiones a Yarrell, su librería favorita. Una tarde de octubre regresó con varios libros, entre los cuales se encontraban la *Historia del hombre* de Horner y la sexta

edición del *Ensayo sobre el principio de la población* de Malthus, que ya por esta época tenía 40 años de haber sido publicado.

El aire de esa tarde de octubre era fresco y húmedo, el sol estaba desdibujado por la niebla y el humo de las chimeneas y se filtraba rojizo, como un botón de cobre, entre las deshojadas ramas de los castaños; con los libros bajo el brazo y frotándose las manos para entrar en calor, Charles se acercó a la entrada de su departamento, extrajo la llave del bolsillo de su chaleco y abrió apresuradamente la puerta. Sentía deseos de prepararse una caliente taza del té fuerte de Darjeeling que hacía unos días Syms había comprado, instalarse en su mullido y viejo sillón de cuero junto al fuego de la chimenea, y zambullirse en alguno de los libros adquiridos. Una vez preparado el té, servido junto con unos panecillos de frambuesa, y después de avivar el fuego, Charles, envuelto en su saco de casa, se arrellanó en el sillón y abrió el libro de Malthus, del que había oído comentarios vagos y contradictorios. Pensó que leerlo sería una buena distracción de su cada vez más intensa tormenta de ideas sobre las especies. Usando un abrecartas de hueso de ballena tallado separó las páginas iniciales del libro para empezar la lectura del primer capítulo, el cual trataba de las «Tasas de incremento de la población y de los alimentos».

Saboreaba la segunda taza del aromático té, esta vez mezclado con un poco de leche, pues estaba demasiado cargado, cuando sintió que su cuerpo, empezando por el cerebro, recibía una descarga eléctrica que lo hacía levitar sobre el sillón. Ahí, en el texto que tenía frente a los ojos, sus ideas y pensamientos sobre la diferenciación de las especies y su origen mismo, que por meses estuvieron inconexos y revueltos en su mente, se ordenaban de pronto como agujas metálicas alineadas por un enorme magneto, cada una

girando en su propio eje y lugar, pero todas apuntando en la misma dirección. Un párrafo del libro de Malthus se convirtió, súbitamente, en una especie de Piedra de Rosetta que le daba la clave para interpretar adecuadamente los elementos y la información acumulada acerca de lo que en la isla Isabela, en las Galápagos, describió como «el misterio de los misterios». El párrafo electrizante decía así:

> … no hay límites a la naturaleza prolífica de las plantas y los animales, excepto por lo que resulta de su hacinamiento e interferencia entre ellos por los medios de subsistencia…
>
> Tanto en el reino vegetal como en el animal, la naturaleza ha diseminado las semillas de la vida con profusión y una mano liberal, pero ha sido comparativamente modesta en proveer el espacio y el alimento necesarios para criarlos. Los gérmenes de la existencia contenidos en la Tierra, si pudieran desarrollarse libremente, llenarían millones de mundos en el curso de unos cuantos miles de años; la carencia de recursos, esa imperiosa y omnipresente ley de la naturaleza, los constriñe dentro de límites prescritos; la raza de las plantas y de los animales se limita bajo esta gran ley restrictiva; el hombre no puede, con ningún esfuerzo, escapar de ella… la población posee esta tendencia constante de crecer más allá de los medios para su subsistencia…

Charles no acabó siquiera de leer el primer capítulo del libro de Malthus. La feroz tormenta de ideas conformada tras meses de acumular datos, referencias, observaciones, repentinamente se despejó y ahora su cerebro, como si lo hiciera a través de una límpida atmósfera, veía con claridad cristalina cuál era el motor que generaba esa compleja maquinaria causante de la inmensa diversidad biológica sobre la faz de la Tierra y de los ejemplos de sutiles e increíbles adaptaciones de los organismos que maravillaban a los naturalistas de su tiempo.

«Lo que sugiere y demuestra Malthus es que el hombre, pero seguramente también todas las especies —asentó Charles en su diario de notas—, tiene una capacidad de incrementar el número de sus individuos en forma tal que puede llegar a ser

explosiva; la limitación de recursos en su ambiente actúa como un potentísimo selector sobre el exceso de individuos; éstos, al ser diferentes uno del otro, varían en sus características y, consecuentemente, en su capacidad de obtener los escasos recursos, escapar de sus depredadores, etc. Me es claro ya, por los resultados de la domesticación de animales y plantas y por los datos que he obtenido con agricultores y granjeros, que las características de los individuos pueden ser transmitidas a su descendencia. Si los individuos más aptos son los que sobreviven y heredan estas características a su progenie, entonces se establece un mecanismo que puede cambiar, diferenciar e incluso *dar origen* a las especies. ¡Finalmente tengo una teoría sobre la cual puedo trabajar!». Para que ese mecanismo actuara con los resultados que veía en la naturaleza, se requería un elemento más: una dimensión temporal considerable. ¡Y la tenía por sus conocimientos de la geología y las inspiradoras ideas de Lyell!

Charles no pudo seguir con la lectura del *Ensayo sobre el principio de la población*; una euforia profunda, pero extrañamente tranquilizadora, como la que debe de sentir un río cuando desborda su cauce, lo permeaba. Antes de leer a Malthus presentía la existencia de un principio de selección en el proceso de cambio de las especies; lo que Charles descubrió al leer el *Ensayo* fue *cómo aplicar* ese principio. Estaba muy impresionado por la forma tan nítida en que Malthus demostraba matemáticamente los resultados de la tasa geométrica de crecimiento de la población humana, y la contrastaba con la tasa aritmética de incremento del alimento del que depende para su subsistencia. Por primera vez Charles concebía los organismos de una especie como una población, es decir, como un conjunto de individuos íntimamente relacionados entre sí.

Lo que esperaba a Charles ahora era el enorme trabajo de convertir esa idea diáfana, esa incipiente «teoría sobre la cual ya puedo trabajar», en un cuerpo de conceptos bien fundamentado. Intuía que la teoría en que estaba basándose era una que no podría *probar* fácilmente de manera experimental, y que por lo tanto requeriría la mayor cantidad de ejemplos, pruebas y datos para sustanciar el edificio sólido que quería construir, a fin de que resistiera las críticas que sabía que sus ideas podrían generar y a las que él temía. Intuía en ese momento que tenía tanto el tiempo para acumular todas las pruebas necesarias que hicieran justicia a su creatividad como la perseverancia necesaria para lograrlo. No estaba equivocado en su intuición: lo esperaba un proceso de 20 años para ello, un proceso que sería todo, menos sencillo.

La Sonata en la menor, K. 310

La inquietud acerca de las perspectivas de matrimonio no lo dejaba concentrarse como quería en sus ideas y en su trabajo. Necesitaba charlar con sus hermanas, quizá también con sus primas Wedgwood, acerca del asunto; probablemente alguna de ellas sugeriría una buena idea. Dejó pasar el primer fin de semana de noviembre, puesto que el jueves y viernes coincidían con los días de Muertos y de Todos los Santos, y sería un mal momento para viajar. El siguiente viernes, 9 de noviembre, tomó la diligencia a Shrewsbury. A estas alturas no pensaba en comentar el asunto con el doctor Darwin, principalmente porque no sabría cómo planteárselo. Como siempre, Charles fue recibido con gran regocijo por Catherine y Susan, quienes veían a Charles con una mezcla de sentimientos fraternales y filiales.

Tres días después de la visita a Shrewsbury y a Maer, Charles estaba de regreso en Londres, tocando a la puerta del departamento de Erasmus, con el que lo compartía. No eran más de las cinco y media de la tarde y ya estaba oscuro. «Ras debe de estar tomando el té», murmuró para sus adentros Charles y volvió, ansiosamente, a golpear el pulido aldabón de bronce tres veces. Finalmente escuchó a través de la puerta los amortiguados pasos de alguien que bajaba pesadamente por la escalera alfombrada. La brillante luz de la lámpara del pasillo de entrada deslumbró momentáneamente a Charles; la silueta de su hermano, vestido con una bata de lana y pantuflas y con el pelo desarreglado llenaba el marco de la puerta. Era obvio que había estado dormitando frente a la chimenea.

—¡Gas!, no te esperaba de regreso tan pronto; vamos, Casanova, cuéntame los resultados de tu expedición por la selva de las amazonas. La celeridad de tu regreso sugiere solamente dos resultados: o te has decidido de una vez por todas a renunciar a la idiota idea de casarte y acompañarme en el club de los solteros, o has caído redondo en la trampa de alguna nativa… Pero entra, hombre, que me estoy enfriando.

Charles estaba perplejo por la sarcástica recepción de su hermano. No era la forma ni el lugar para comunicarle el torbellino de ideas desarrollado durante las casi nueve horas de viaje en la diligencia. Esperó a llegar al piso de Erasmus y a que se acomodaran en los dos grandes sillones frente a la chimenea, después de que su hermano había puesto la tetera llena de agua a calentar en la estufa.

—Ras, el viaje a Shrewsbury y Maer ha sido crucial en decidir mi vida respecto al matrimonio. Aparte de que pienso que he hecho una decisión que puede ser calificada como buena, me doy cuenta de que he estado ciego durante muchos años; le he propuesto matrimonio a mi prima Emma.

Una cascada de palabras se precipitó desde la cabeza hasta la lengua de Charles y sentía que tenía que darle rienda suelta.

—Necesito contarte, Ras, necesito contarte todos los detalles… ha sido algo increíble… —la excitación lo tenía sentado al borde del sillón—. Cathy y yo fuimos a Maer el fin de semana; el sábado en la mañana salimos a pasear Emma, su hermana Elizabeth y yo. Quería saber su opinión sobre qué hacer respecto al matrimonio, pero todo el tiempo que estuve junto a Emma sentía una plancha en el estómago; su brazo enlazando el mío cuando caminábamos por el robledal de Maer me causaba una sensación tan electrificante que ni siquiera me permitía poner atención a lo que ella o Elizabeth comentaban. Creía tener la cabeza separada de mi cuerpo, viajando en alguna otra galaxia; Emma y yo habíamos caminado tomados del brazo decenas de veces, pero sin experimentar lo de esta ocasión. Incluso pensé que sería una nueva recurrencia de la fiebre de la que acababa de recuperarme. Cuando regresamos me hallaba en un estado de ansiedad tal que difícilmente pude participar en la conversación a la hora del almuerzo y por el resto de la tarde. El domingo asistí por primera vez en mucho tiempo a los servicios en la iglesia de Maer; me sentí muy raro ahí, no sé si como efecto del día anterior o porque el sermón del primo de Emma me pareció tan distante, irreal e inaceptable. Era sobre la condenación eterna de los que no creen en las enseñanzas de la doctrina cristiana. ¿Te imaginas?, tú, nuestro padre, yo, algunos de nuestros mejores amigos, estaríamos irremisiblemente condenados… no puede ser.

Una sonora interrupción de Erasmus le cortó el hilo de su historia:

—¡Diablos, Gas! ¿Puedes dejarte de rodeos e ir al grano?

—Lo siento, Ras, pero no creo que pueda explicar coordinadamente lo que experimenté durante ese fin de semana.

Charles se echó para atrás en el sillón hundiéndose casi totalmente:

—Al volver de la iglesia estaba demasiado agitado para poder hablar con alguien; estoy seguro de que Emma lo notó y decidió dejarme solo en el jardín. No recuerdo cuánto tiempo pasé en el jardín, pero debo de haber dejado un surco con mis pisadas en el césped de tanto caminar alrededor de los macizos de rosales. Cuando volvía a la casa, escuché la distante música de un piano que, a través de las puertas de la sala, flotaba hacia el jardín. Me acerqué lentamente a la puerta de la sala, mis pisadas amortiguadas por el húmedo césped; Emma, sentada al piano, tocaba una pieza de Mozart, la *Sonata en la menor*, que me encanta. Desde donde estaba la veía casi de perfil, con la cabeza ligeramente inclinada; muy bajo, el sol le iluminaba el cabello que caía sobre los hombros descubiertos, cuyo fino vello resaltaba por el efecto del dorado tono de la luz. Ras, en ese momento, algo, desde muy adentro, me empujó lágrimas a los ojos y me hizo descubrir repentinamente que, sentada en el banquillo del piano, se encontraba la respuesta a mi angustiante búsqueda. Envuelto por la música, me acerqué a Emma, y sentándome junto a ella le pasé mi brazo por sus hombros. Hubiera querido que siguiera tocando el piano, pero me imagino que uno no puede tocar bien cuando le apresan, como yo lo estaba haciendo, ambos brazos… En frases entrecortadas y atropelladas le dije que siempre la había amado, que no me había dado cuenta de ello, que yo no era muy atractivo, que si ella me amaba, que si consideraría siquiera la idea de casarse conmigo… Su reacción fue un primer beso del que hasta ahora siento las vibraciones en mis labios y una respuesta que me dejó

atónito: «Charlie, aparte de ser el hombre más honesto que he conocido, eres el más lento; he esperado años a que me propusieras matrimonio. Siempre te he querido y a veces llegué a pensar que este momento nunca llegaría; me siento feliz y estoy segura de que lo seré aún más cuando nos casemos». El tío Josiah, nuestro padre y las hermanas quedaron encantados con una noticia que, más que sorprenderlos, los ha aliviado; me he quedado con la impresión de que el único miembro de la familia que no sabía que me iba a casar con Emma Wedgwood era yo… ¿Qué piensas de todo esto, Ras?

Un silencio empezó a saturar el aire de la sala; Charles permanecía callado, en espera de la reacción de su hermano. Erasmus se aclaró la garganta, se irguió con las manos entrelazadas apoyando los codos sobre los brazos del sillón, y en un tono grave, casi sepulcral, pero con un secreto brillo en los ojos, le espetó:

—Lo único que me queda en este momento, al parecer, es expresarte mis sinceras condolencias; no hay duda de que no tienes madera de soltero, mi querido Gas. Pero debo decirte que a mí no solamente no me sorprende tu decisión, sino que me divierte. Al menos, no estás ampliando innecesariamente el círculo familiar al haber escogido a la prima Emma. A pesar de que es un año mayor que tú, ella es un dulce de mujer, físicamente atractiva, que siempre te ha querido y que con seguridad tendrá la paciencia para soportar todas las excentricidades y exigencias exóticas de un naturalista fanático como tú. ¿Cuándo es la boda? Espero que instalen su domicilio aquí en Londres pues no se puede vivir en ningún otro lugar del país. ¿Qué vas a hacer respecto a buscar casa? Requerirás mi ayuda para encontrar algo adecuado; mañana mismo empezamos a recorrer casas y departamentos; tienes que encontrar algo decoroso para tu bella futura esposa.

Erasmus empezaba ya a sonar entusiasmado con la idea de que su hermano menor pronto contrajera nupcias.

—Contéstame, Gas, ¿para cuándo es la boda?

Charles estaba ruborizado por el placer de darse cuenta de que su hermano, al que tenía en tan alta estima, también aprobaba, a su manera, su decisión respecto al matrimonio.

—No he querido que sea un noviazgo largo, Ras. Ya he perdido bastante de la compañía de esa maravillosa mujer. Hemos decidido casarnos hacia fines de enero, el 29 para ser preciso.

Los dos hermanos Darwin recorrieron cerca de una docena de casas; Charles estaba alarmado por el alto costo de las rentas. Finalmente decidió que era necesario que Emma visitase algunas de ellas para tomar una decisión. Tras una tediosa búsqueda, Charles y Emma rentaron una casa en el número 12 de la calle Upper Gower, frente a la Universidad de Londres y a unas cuadras del Museo Británico. Era una vieja construcción de cinco pisos, relativamente bien conservada, pero decorada con una estridencia tal que Charles la bautizó, para deleite de Emma, como la «casa guacamaya».

Un barco con muchos pasajeros

La agitación de los preparativos para la boda se vio salpicada por sucesos importantes en la vida de Charles. Por un lado, su nombramiento como secretario de la Sociedad Geológica y su ingreso al Ateneo por recomendación de lord Shelburne, un antiguo amigo del doctor Darwin. Pero sin duda, el mejor regalo de bodas que desde el punto de vista

académico Charles pudo ofrecer a su futura esposa fue su elección como miembro de la Real Sociedad, en enero de 1839, a los 30 años de edad. Charles viajó a Shrewsbury para la boda y el 28 de enero, en compañía del doctor Darwin y de sus hermanas Catherine y Susan, llegó a Maer Hall para pasar la noche. Un ejército de parientes ya se encontraba alojado ahí, celebrando animadamente la víspera de la boda. A las 10 de la fría mañana del 29 de enero, Emma y Charles entraron a la sobria iglesia de Maer, cuyo vicario, el primo John Wedgwood, los casó en una sencilla y familiar ceremonia que no concordaba con la pompa esperada para el nivel económico de las familias Wedgwood y Darwin, particularmente de la primera. Esto fue en buena parte el reflejo de que ninguna de las dos familias profesaba el rito ortodoxo anglicano, sino el unitario, y de que, además, ninguno de los dos jefes de familia era un devoto practicante de su religión.

Después de un sencillo banquete, en el que ni siquiera se incluyó el tradicional pastel de bodas, confección pesadísima que aún se elabora con meses de anticipación «para que madure adecuadamente», Charles y Emma fueron conducidos esa misma tarde en una calesa ligera a la estación del ferrocarril para viajar a su casa de Londres, donde pasarían su luna de miel. La casa de la calle Upper Gower los esperaba, tibia con el vivo fuego de las chimeneas, iluminada y atendida por el mayordomo de la familia Darwin; el padre de Charles lo había enviado en un gesto de gentileza para auxiliar a la nueva señora Darwin durante sus primeras semanas como ama de casa. Nuevamente, el lazo familiar se extendía generoso y cálido para proteger a sus miembros. A pesar de lo extenuante de la jornada, Charles pudo percibir en su fuero interno, al abrazar a Emma en su habitación, que era un ser particularmente afortunado. Sentía que el barco de su

vida tenía repentinamente una peculiar seguridad contra las tormentas y el mal tiempo que pudieran presentarse en el futuro. Y ciertamente, el barco de la vida familiar de Charles llevaría muchos pasajeros, engendrados por una serena, cariñosa y paciente Emma.

La vida familiar de los Darwin, particularmente la de Charles, se desarrolló en medio de lo que, en balance, puede calificarse como armonía y felicidad. Charles y Emma pasaron los dos primeros años de su vida familiar en Londres, en donde nacieron los dos primeros de un total de 10 hijos, seis hombres y cuatro mujeres: William Erasmus, precisamente en el octavo aniversario del inicio del viaje en el *Beagle*, el 27 de diciembre de 1839 (†1914), y Anne Elizabeth, el 2 de marzo de 1841 (†1851). Hacia el fin del verano de 1841, Charles decidió que la vida de la ciudad no era compatible con su carácter, su trabajo y su salud y compró una casa en Down, un pequeño poblado rural en el condado de Kent, a una corta distancia de Londres, a donde se mudaron el 14 de septiembre para vivir ahí por el resto de sus vidas. Nueve días después de la agitada mudanza nació Mary Eleanor, quien, después de afanosos y vanos intentos de varios médicos contratados por sus padres, murió consumida por una enfermedad desconocida antes de llegar a un mes de vida. Henrietta Emma nació en 1843 (†1929), George Howard en 1845 (†1912), Elizabeth en 1847 (†1925), Francis en 1848 (†1925), Leonard en 1850 (†1943), Horace en 1851 (†1928) y finalmente Charles Waring en 1856 (†1858).

X. La solución al misterio de los misterios

La confesión de un asesinato

El fuego chisporroteaba vivamente y los grandes trozos de carbón incandescente parecían querer proyectarse fuera del hogar de la amplia chimenea. Charles y Emma estaban en la mesa central, uno a cada lado, con la mirada fija en el centro de la misma, iluminada por la lámpara de pantalla de cristal verde. «¡Con un diantre, otra vez!». La sonora exclamación de Charles estimuló una regocijada y cálida risa de parte de Emma que, con una blanca ficha de *backgammon* en su mano, declaraba ser nuevamente la triunfadora de la segunda partida de la noche; incorporándose de la silla, Emma se inclinó por encima de la mesa para alcanzar la frente de Charles y depositar un beso compensatorio de la humillación de dos partidas perdidas al hilo. Charles tomó la cabeza de Emma con ambas manos y, en justa reciprocidad, la besó tiernamente en los labios, sonriendo ante los ojos de una encantadora mujer que había hecho todo lo que estaba a su alcance para que la recién adquirida casa de Down fuera un verdadero hogar, además de un refugio invaluable para el trabajo de Charles.

En seguida Emma se dirigió al gran piano, regalo de boda de su padre, y como era ya costumbre tocó música durante casi una hora: un poco de Haendel y Beethoven y, desde luego, Mozart. Este corto recital nocturno era el acto que

cerraba la rutina de actividades que normaba la vida de la familia Darwin en Down.

Con su brazo rodeando el hombro de Emma, cuya cabeza se reclinaba en el pecho de Charles, los esposos Darwin se retiraron hacia las 10 de la noche a su habitación. La herida de la muerte de Mary Eleanor estaba cerrando, y ambos veían hacia el futuro con una gran esperanza de nuevos y más felices eventos.

Las horas, y con ellas los días y los meses, pasaban por el gran reloj de péndulo de la sala. En septiembre de 1843 nació Henrietta, compensando del todo la muerte de la segunda hija, así como la dolorosa pérdida del padre de Emma un par de meses antes, resultado de una apoplejía. Charles terminó con el año de escribir su manuscrito sobre las islas volcánicas.

Hacía casi dos años que no escribía una sola línea acerca del problema de las especies; su último manuscrito de 1842 permanecía guardado con llave en su escritorio, mientras se dedicaba a completar sus libros sobre la zoología observada durante el viaje y una buena parte del material geológico. Estaba contento, por un lado, porque se descargaba de un peso al terminar todo ese trabajo, pero por otro lo percibía como una tarea hasta cierto punto inevitable, porque tenía la obligación de terminarlo y entregarlo para su publicación debido al subsidio que había recibido del Almirantazgo para ese propósito. Sus obras geológicas eran el resultado de un intenso y genuino interés inicial por esta ciencia y también del estímulo intelectual ejercido por sus frecuentes discusiones con sus amigos geólogos, particularmente Lyell y Sedgwick, pero empezaban a dejar de satisfacerlo intelectualmente.

Los libros de notas sobre la transmutación y el manuscrito sobre las especies ejercían una atracción muy especial en

Charles; de hecho trabajaba en ellos intermitentemente, tanto como un escape y un descanso a su ocupación en otros temas, cuanto como un mecanismo que le permitía ir madurando y rumiando las ideas que se gestaban en su mente. Pero ahora hacía ya mucho tiempo desde que terminara su primer manuscrito y contribuyera con más observaciones, ideas y argumentos a sus libros de notas. Se sentía entonces con una enorme urgencia por volver a ellos antes de escribir sobre cualquier otra cosa.

Como era su costumbre todas las mañanas, Charles terminó de desayunar a las ocho. Hacía más de una hora que permanecía encerrado en su estudio trabajando con la expresa advertencia de que nadie podía interrumpirlo. A las nueve y media se levantó de su enorme sillón tapizado de rojo, adquirido desde que vivía en Londres y al que en Down le adaptó una mesita para poder escribir, y estirando los brazos en cruz para descansar la espalda, salió de su estudio aún con el chal con que se protegía del intenso frío de diciembre para dirigirse a la sala, donde Emma, tirada sobre la alfombra, jugaba a las serpientes y escaleras con William.

«¿Qué nos trajo el correo?», preguntó a Emma, mientras acariciaba la rubia cabeza de William, que ahora tenía ya casi cuatro años y medio. «Hay una carta de Maer, una de la Sociedad Geológica, una de Joseph Hooker y, como de costumbre, varias cartas de personas que no conozco pero supongo que son granjeros y horticultores a los que les solicitaste información». Charles tomó inmediatamente la carta de Hooker haciendo a un lado las demás y observó con cuidado el sobre. «Tiene matasellos de Londres: eso quiere decir que finalmente Hooker ha regresado de su viaje en el *Erebus*», comentó en voz alta a Emma, quien le prestó poca atención ya que estaba leyendo la carta de su hermana Elizabeth con noticias acerca de la salud de su madre.

La mente de Charles se transportó instantáneamente, sin quererlo, hasta aquella mañana de mayo de 1839 en Londres, en que caminaba de regreso del Almirantazgo por la plaza de Trafalgar y de pronto vio venir al doctor Robert MacCormick, el médico y naturalista del *Beagle* que se había separado de la expedición en Rio de Janeiro. Caminaba junto a un joven de facciones atractivas, como de unos 22 o 23 años. Recordó también que MacCormick se sorprendió gratamente al ver que él lo reconocía y, saludándolo, le presentó a su joven acompañante, Joseph Dalton Hooker. Entonces se apresuró a decirle: «Hooker viene conmigo como naturalista asistente a la expedición del capitán Ross en el *Erebus* al hemisferio sur y a la Antártida; yo soy el naturalista titular y zarparemos en unos tres meses». Hooker escuchaba tranquilo, con una madurez y una sencillez que parecían ajenas a su relativa juventud. Durante la charla Darwin se enteró de que Hooker había estudiado medicina en la Universidad de Glasgow y que su padre era el famoso profesor de botánica de la misma universidad, quien después sería el primer director de los Reales Jardines Botánicos de Kew. También, para su enorme satisfacción, supo que el joven Hooker tuvo oportunidad de leer las galeras de su aún inédito libro sobre el viaje del *Beagle*, que Lyell le enviara a su padre en Escocia, y que esta lectura lo inspiró y decidió a aceptar el puesto de botánico en el *Erebus*. Charles le pidió a Hooker mantenerse en contacto con él durante el viaje y visitarlo al término del mismo.

La trastabillante carrera de Anne, que terminó abruptamente con un abrazo a sus piernas, cortó el vuelo del pensamiento de Charles. La carta era una breve nota de Hooker anunciándole su regreso de un viaje de casi cuatro años y dándole su dirección en Londres. Charles regresó de inmediato a su estudio para escribirle la que sería la primera de una larga y frecuente cadena de cartas que no pararía hasta

la muerte de Darwin. En ella sugería a Hooker una serie de temas científicos que podría proseguir sobre fitogeografía, así como estudios comparativos de la flora de las Galápagos y Santa Elena. Charles repetía así lo que Lyell había hecho por él a su regreso del viaje en el *Beagle*. La correspondencia inicial motivó que desayunaran juntos en la nueva casa de Erasmus en el elegante barrio de Mayfair, aprovechando una de las visitas de Charles a Londres. Ahí se estableció una amistad que se hizo cada vez más íntima y fructífera. Muy posiblemente influyeron en esta amistad la juventud de Hooker y su abierta disposición a colaborar con Darwin, así como su considerable experiencia en la botánica, de la que Darwin no tenía muchos conocimientos, y la posibilidad de acceso a las colecciones botánicas tanto de la Sociedad Linneana como en especial de los Reales Jardines Botánicos de Kew, de los cuales el padre de Hooker era ya para esas fechas director.

Charles tuvo dos asideros fundamentales en su vida *post-Beagle*: uno con Lyell, su tutor, protector y consejero; el otro con Hooker, su colega y crítico más conocedor de sus ideas sobre la evolución y la biogeografía. De ambos Charles se ayudó para mantenerse a flote en medio de dudas, tormentas y ataques a sus ideas, y con ellos consolidó la gran obra de su vida.

Una buena muestra de la cercana amistad entre Darwin y Hooker es el contenido de las primeras cartas de Charles, en donde le revela sus ideas sobre el posible origen de las especies que, hasta ese momento, había guardado celosamente para sí mismo. En una carta del 11 de enero de 1844, Charles le relata a Hooker su profunda impresión acerca de la distribución de los animales y las plantas de las Galápagos y de las características de los fósiles de la pampa

argentina. De los muchos libros que había leído acerca de animales domésticos y plantas cultivadas, le comunica:

> Finalmente, algunos rayos de luz me han iluminado y estoy casi totalmente convencido (en contraste con mi punto de vista inicial) de que las especies no son *(es como confesar un asesinato)* inmutables. ¡El cielo me proteja del contrasentido de Lamarck de «una tendencia al progreso» o de «adaptaciones debido al tenue deseo de las especies», etc.! Aunque las conclusiones a que he llegado no son muy diferentes de las suyas, los mecanismos por los que las especies cambian son totalmente distintos; creo que he encontrado (¡qué presunción!) el sencillo mecanismo por el cual las especies adquieren exquisitas adaptaciones para varios fines. Probablemente ahora usted se queje y piense para sus adentros: «Con qué tipo de persona he estado perdiendo el tiempo». Yo hubiera pensado lo mismo hace cinco años.

A partir de 1844, Charles trabajó con más coherencia su teoría acerca del origen de las especies, con la constante ayuda de Hooker y mediante una copiosísima correspondencia no solamente acerca de la identificación de plantas y la provisión de listas de las mismas de acuerdo con su lugar de origen, sino en especial con la crítica de las ideas globales de Darwin acerca de la biogeografía, las relaciones de floras y faunas, las adaptaciones de los organismos, etc. Hooker, al igual que Darwin, pensaba que el entendimiento de la distribución geográfica de los animales y las plantas era una pieza clave para comprender el origen de las especies, ya que su distribución podía explicar aspectos de su desarrollo.

Ya he mencionado que el primer estímulo que llevó a Darwin a pensar seriamente que las especies no eran inmutables fue la peculiar distribución geográfica de los organismos de las Galápagos. De nueva cuenta, son los organismos de estas islas con los que invita a Hooker a colaborar con él, y con ellos corona y sintetiza sus ideas provenientes de diferentes campos del conocimiento en una teoría congruente de la evolución por medio de la selección

natural. Es la combinación del estudio de la biota (la flora y la fauna) de las islas oceánicas y la biogeografía la que desempeña un papel central en la argumentación que sostiene las ideas evolucionistas de Darwin. Entre los organismos de las islas Galápagos fueron los pinzones, con sus mecanismos de especiación, el arma más sólida que Darwin tuvo para combatir la oposición de los científicos de su tiempo.

El veredicto final

No fue sino hasta que John Gould terminó de identificar en el Museo Británico las especies de pinzones colectadas en las Galápagos cuando Charles empezó a darse cuenta del fenómeno que tenía frente a sí. Y sólo en el momento en que adquirió más información acerca de las plantas y los animales que viven en las islas oceánicas empezó a deducir las causas de la variación entre los organismos. Sus descubrimientos no fueron repentinos, sino que resultaron de la acumulación lenta de información y de la digestión por largo tiempo de hechos y pruebas. La primera edición del libro sobre el viaje del *Beagle* apenas menciona en forma pasajera este fascinante grupo de aves.

Como resultado del trabajo fundamental de Gould con la taxonomía de los pinzones, es decir, de su identificación y catalogación científica, Charles supo que en las Galápagos había 13 especies pertenecientes a tres diferentes géneros. Seis de ellas eran aves de hábitos terrestres que se alimentaban de semillas y vivían en las partes más áridas, y de ellas cuatro cohabitaban en la mayoría de las islas; de éstas, tres se alimentaban de frutos más o menos grandes, según el tamaño de sus picos, y la cuarta, con un pico más largo y agudo, se

alimentaba de tunas. Las otras dos especies de pinzones terrestres se encontraban exclusivamente en las islas más externas del archipiélago y se alimentaban de una mezcla de semillas y tunas, por lo que el tamaño de sus picos era intermedio entre los que mostraban los dos grupos anteriores.

Otras seis especies eran de hábitos arbóreos; la mayoría se alimentaba de insectos y se encontraba en las partes más húmedas de las islas. De éstas, una se alimentaba exclusivamente de frutos y su pico era muy similar al de un perico. Tres especies eran muy parecidas entre sí, sólo se podían distinguir por el tamaño del cuerpo y el pico, y se alimentaban de insectos más o menos grandes, dependiendo del tamaño de su pico. Otra más estaba restringida en su distribución a los manglares de las islas y también se alimentaba de insectos. La última era una especie en verdad excepcional: al igual que un pájaro carpintero, trepaba troncos en busca de insectos, o sus larvas, debajo de la corteza de los árboles y presentaba un pico largo y agudo con el que podía picotear y romper la corteza. La gran diferencia era que, a pesar de haber desarrollado un pico adecuado para buscar su alimento, no tenía una lengua larga y fuerte como la que poseen los carpinteros para escarbar y extraer los insectos. Sin embargo, y en esto residía la maravillosa adaptación, esta especie de pinzón utilizaba espinas de los nopales o pequeñas ramas para extraer su alimento —como un palillo de madera pincha una aceituna— de debajo de la corteza. Éste es uno de los muy pocos ejemplos conocidos de uso de una herramienta por un animal, aparte de los primates.

Una especie más, extremadamente parecida en rasgos externos y hábitos a un cerrojillo o reinita, se alimentaba de insectos y vivía sobre arbustos, tanto en la parte seca como en la húmeda de las islas. La similitud entre las 13 especies de pinzones sugería a Charles que la diferenciación de estas aves

no había ocurrido hacía demasiado tiempo, y que muy probablemente se originaban de una sola especie que colonizó las islas. Pero había otro hecho que le llamaba la atención y era que varias especies convivían en una sola isla y mantenían su identidad. La explicación de por qué ocurría esto tenía mucho que ver con la forma en que se originaron esas especies (figura X.1).

Charles especulaba que cuando uno o varios miembros de una especie llegan a un ambiente nuevo pueden desarrollar ciertos comportamientos de adaptación a las nuevas condiciones. Él sabía que esto ocurría, ya que pudo ir acumulando pruebas provenientes de diversas partes acerca de la variación geográfica entre los organismos, los cuales presentan diversas formas, razas o variedades en diferentes partes de su área de distribución. El mismo fenómeno se presentaba en las Galápagos, en las cuales, por ejemplo, cada isla presentaba una sola forma de tortugas, lo que orientó la atención de Charles hacia dicho fenómeno durante su visita a las islas. Ninguna de estas formas es en realidad una especie distinta, ya que si se unen pueden tener progenie fértil. Sin embargo, esas diferencias no son accidentales, sino heredadas.

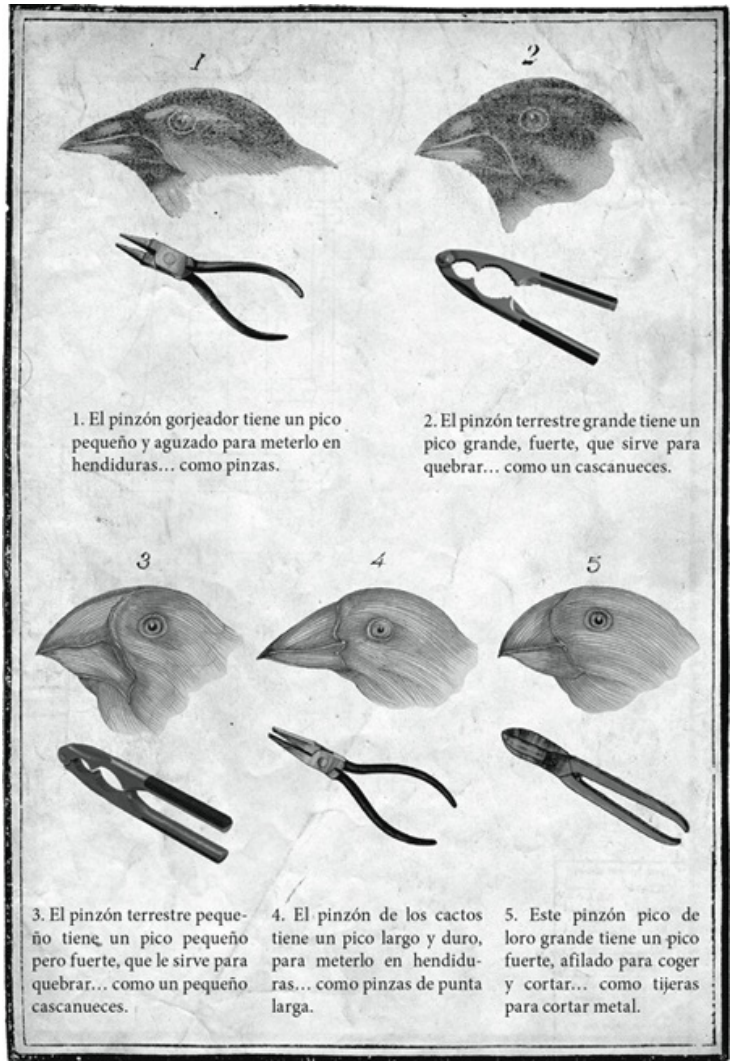


FIGURA X.1. *El pico de las aves es su principal herramienta para adquirir alimentos, y su variación es una respuesta adaptativa a la utilización de diferentes recursos alimenticios.*

Las mismas variaciones geográficas se presentan en los pinzones. Tres de las especies terrestres se encuentran en casi todas las islas y se diferencian por el tamaño del pico (pequeño, mediano y grande) y, consecuentemente, por el tamaño de los frutos con que se alimentan. En dos de las islas más sureñas la especie grande está ausente y la especie de pico

mediano lo tiene bastante más grande que en el resto de las islas, donde convive con la especie de pico grande. Charles interpretaba este hecho como una adaptación tendiente a utilizar también los frutos mayores disponibles debido a la ausencia de la especie de pico más grande. En otra isla, la especie de pico más pequeño es la ausente y la que lo tiene mediano llena el nicho dejado por la primera, al tener formas más pequeñas que en las islas donde las tres conviven. Finalmente, en otras islas la especie de pico mediano es la que está ausente, por lo que la especie de pico más pequeño resulta notablemente mayor que en cualquier otra isla.

Charles llegó a la conclusión de que el tamaño del pico de los pinzones era una característica adaptativa de las aves, y que algunas de esas diferencias podían ser tan notables como las que distinguen a las verdaderas especies entre sí. Se hizo entonces otra pregunta: ¿qué ocurriría si una subespecie o una forma se desarrollara en completo aislamiento en una isla y después se trasladara a otra, ya ocupada por una forma diferente de la misma especie? Su respuesta especulativa fue que si el aislamiento no era muy largo y las diferencias eran de orden menor, se podrían entrecruzar libremente y producir formas híbridas que se adicionarían a las ya existentes. Pero si el aislamiento era suficientemente largo como para producir diferencias notables entre las formas, entonces podrían no ser capaces de entrecruzarse y tener progenie fértil. Lo anterior establecería permanentemente dos formas aisladas, que con el tiempo se constituirían en dos especies del todo diferenciadas, ya que los caracteres que las separan se ven reforzados por los mecanismos de selección.

El aislamiento geográfico era entonces una pieza clave en el pensamiento de Charles acerca de los mecanismos de especiación. Al estudiar los pinzones arborícolas e insectívoros Charles encontró pruebas de lo anterior. En una

de las islas más sureñas del archipiélago habita una forma del pinzón de cuerpo pequeño, de plumaje oscuro y pico corto, mientras que en una del noroeste vive una forma de mayor tamaño, con el pico más grande; finalmente, en las islas centrales del archipiélago hay una forma aún mayor, con el plumaje claro y el pico más ancho y fuerte. Sin duda, pensó Charles, estas tres formas tienen un ancestro común y desarrollaron esas diferencias debido al aislamiento geográfico. Las diferencias no parecen ser de orden mayor como para distinguirlas en tres especies. Sin embargo, en la isla sureña las dos formas extremas, la pequeña de plumaje oscuro y la más grande de plumaje claro, conviven sin entrecruzarse, ya que Charles no pudo capturar ninguna forma intermedia. Charles especulaba que las formas habían evolucionado en islas diferentes y luego la más grande de plumaje claro se dispersó a la sureña (figura X.2).

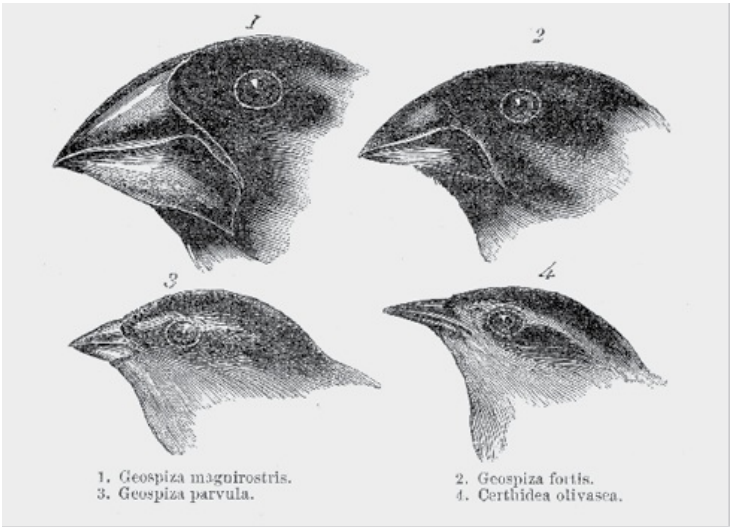


FIGURA X.2. *Pinzones observados por Charles Darwin.*

Dos elementos le parecían a Charles centrales en este proceso de diferenciación de formas y de creación de nuevas especies. Primero, debería haber barreras para el cruzamiento de las formas y, en el caso de las aves, las diferencias en

plumaje podrían determinar lo anterior. Segundo, las formas deberían depender de alimentos diferentes; si ambas formas utilizaban un solo recurso alimenticio, la más exitosa de las dos formas en obtener alimento desplazaría a la otra y la haría extinguirse. Resultaba, entonces, claro que la forma del pico de los pinzones era una prueba de la especialización desarrollada entre las especies para obtener alimentos diferentes sin competir entre sí.

La suposición de Charles de que el aislamiento geográfico debía tener un papel muy importante en la formación de nuevas especies también está bellamente ilustrada con otra especie de pinzón que Charles no conoció ya que es exclusiva de la isla Coco, que está situada frente a las costas de Centroamérica y a unas 600 millas náuticas de las Galápagos. Esta especie de pinzón es muy distinta de cualquiera de las que viven en las Galápagos. El famoso ecólogo y ornitólogo inglés David Lack encontró que, aunque la isla Coco tiene gran cantidad de ambientes y fuentes de alimentación y no hay una gran variedad de aves, la especie de esta isla no se ha diferenciado en otras. La causa de esto es que todas las poblaciones de esta ave pueden cruzarse constantemente, ya que no hay forma de que alguna de ellas permanezca aislada, a diferencia de lo que ocurrió con los pinzones en las Galápagos. El único otro ejemplo en el mundo de especiación tan marcada en un grupo de aves ocurre en el archipiélago de Hawái.

Hasta que Darwin publicó y discutió los resultados de su viaje alrededor del mundo, en especial los referentes a las islas que visitó, se tenía la visión de que la biota de las islas, especialmente las oceánicas, era una versión aislada de una antigua conexión con la correspondiente flora y fauna continental. Darwin hizo ver que en las islas continentales faltaban numerosos grupos de organismos, como serpientes e

insectos no voladores; que algunas especies herbáceas del continente adoptaban formas arbóreas en las islas, y que los correlatos de los animales isleños en el continente eran notablemente distintos.

XI. En el cruce de caminos

¿Mala fortuna o destino?

El techo de palma de la cabaña parecía no resistir un minuto más en su lugar; tres días antes el tifón había entrado por el mar de las Molucas a la isla, estruendoso y ululante, precedido por un periodo de intolerable sopor y pesadez del ambiente. Era la tercera vez que la temblorosa llama de la vela se apagaba y Seen-Lang, la joven sirvienta malaya, se apresuró a encender un largo fósforo de madera para restablecer la luz en la única habitación de la cabaña. La tormenta era en sí suficientemente aterradora como para además estar a oscuras al lado de su patrón, que yacía en cama desde hacía cinco días con una severa fiebre.

Las sombras proyectadas nuevamente por la vela sobre las tablas que formaban las paredes de la choza parecían huir unas de otras, agazapándose debajo del camastro y de los pocos muebles de madera, atestados de frascos y cajas. El techo estaba dañado por el viento, de manera que se filtraba el agua en varios lugares. Seen-Lang aprovechó que se había incorporado para pasar un lienzo empapado en una aromática infusión de plantas medicinales por los párpados y la frente del enfermo. El frescor de la infusión hizo que éste entreabriera los ojos y esbozara una leve sonrisa, que la chica retribuyó con una delicada caricia en la mejilla, mitad

descubierta, mitad cubierta con una hirsuta y espesa barba negra.

Unos pesados pasos en las escaleras que subían a la cabaña, seguidos de golpes secos en la puerta, dados seguramente con el mango de un bastón o un paraguas, rompieron el monótono ulular del viento y los periódicos golpes de agua que caían como si fueran cubetadas. Sobresaltada, la joven dejó el lienzo en la batea de madera, tomó la vela con una mano, protegiendo la llama con la otra, y se acercó a abrir la puerta. Las facciones del visitante se distorsionaban dantescamente ante la tambaleante luz de la vela; Seen-Lang reconoció al médico de la misión por el negro maletín de cuero y por los gruesos anteojos que portaba, propios de un miope, cubiertos de agua y que junto con la manga y el sombrero que chorreaba por todos lados le daban a la rechoncha figura del doctor Perkins un toque aún más cómico del que generalmente tenía.

Ya en el interior de la cabaña, Perkins se quitó primero el sombrero y luego la enorme manga de hule por encima de su cabeza y los dejó tirados en el suelo, donde rápidamente formaron un pequeño charco. Con un pañuelo que estaba tan empapado como el resto de su vestimenta pretendió secar el vidrio de los anteojos que se había quitado, mientras entrecerraba los ojos para acostumbrarse a la luz de la cabaña, saturada del olor a clavo de la infusión medicinal. Seen-Lang sostenía la vela a unos pasos de distancia, con la cabeza ligeramente agachada. Sin cruzar una sola palabra con la joven, puesto que no hablaba malayo, el recién llegado tomó la única silla, quitó de ella una caja llena de pieles de aves y se sentó a un lado del camastro de paja, junto con su maletín.

Inclinado sobre el enfermo, le tomó la muñeca para sentir su pulso y acto seguido empezó a palparle el abdomen y los

ganglios debajo de la quijada; seguramente la mano fría del médico despertó al enfermo, que trató de reconocer con la mirada vidriosa quién estaba a su lado. «¡Ah, por fin reacciona usted, Wallace! —le dijo en su tono nasal el doctor Perkins—. La fiebre empieza a ceder y su pulso, aunque aún irregular, se está comportando mejor. Espero que haya estado tomando regularmente la quinina que le dejé la última vez que lo atacó la fiebre; siempre he dicho que no hay nada como la quinina para estas situaciones. Yo creo que ya mañana podría empezar a tomar algo de caldo de gallina para recuperar las energías, pero dígale a esta niña que le ayuda que lo cocine sin los endiablados condimentos que acostumbra usar esta gente; esos picantes no pueden sino empeorar una fiebre».

Alfred Russell Wallace solamente meneaba la cabeza por toda contestación a la verborrea del médico, que lo aturdía a más no poder; deseaba que terminara su visita, que en realidad no servía en absoluto para aliviar la elevada temperatura y los escalofríos que ocurrían en ciclos de tres días, así como el profundo agotamiento físico, típicos de un ataque de malaria.

Después de verificar a la luz de la vela que aún había una buena dosis de quinina en el frasco de vidrio color ámbar, el doctor Perkins se incorporó de la silla que crujía bajo su peso y dijo a manera de despedida: «Un par de días más a lo mucho, Wallace, pero será bueno que empiece a alimentarse decentemente; y, Wallace, yo que usted no le haría mucho caso a estas infusiones de hierbas; esta gente aún no se deshace de sus brujerías a pesar de décadas de paciente trabajo de nuestra misión y la de los holandeses, aquí en Ternate». Lo único que se le vino a la cabeza a Wallace en el momento en que Perkins luchaba para acomodarse la manga de hule encima de su cuerpo en forma de pera era que el

pedante médico ignoraba que su medicina preferida para estos casos, la quinina, constituía un extracto de una planta de la misma familia del cafeto: la *Cinchona*, proveniente de Sudamérica.

Después de cerrar la puerta tras el doctor Perkins, Seen-Lang se acercó a Alfred con pasos cortos y apresurados que, con su larga falda hasta el piso, parecían hacerla flotar sobre el suelo. Tomándole la sudorosa mano le sonrió con una mezcla del candor de sus 16 años y la reposada madurez y sensualidad del Oriente. Alfred sólo tuvo fuerzas para contestar con la presión de su pulgar sobre los delgados dedos de la chica. La oscuridad volvió a apresarlo.

La fiebre le producía el sentimiento de reducirse de tamaño en la habitación. Una esquina del techo de la cabaña alcanzaba dimensiones enormes, que lo hacían sentirse como uno de los muchos insectos que había capturado en sus viajes por el Amazonas y Malasia. Las tambaleantes sombras creaban en uno de los nudos de la madera de una viga la imagen de una enorme araña que se acercaba a atacarlo, pero que fatalmente se mantenía a una corta distancia de él, lo que perpetuaba el terror de la amenaza. Una gran ave de plumaje púrpura y feroz pico negro pasaba rozándole la cara y le clavaba las garras en ambas sienes. La araña sonreía y volvía a amenazar con acercarse, los quelíceros listos para inyectar su paralizante veneno. En su lucha por huir, Alfred se enredaba irremisiblemente en la pegajosa telaraña, que le cubría la cara y el cuello y empezaba a asfixiarlo.

Repentinamente, seguidos de una brillante luz azul de bordes irisados que difuminaba la angustiante imagen de la enorme araña, los cientos de ejemplares de mamíferos, aves, reptiles, insectos y peces que había cazado con su rifle y sus redes empezaban a desfilar en un escenario teatral lleno de

palmas, al parecer bailando o saltando al compás de una tonada que solamente podía distinguir en forma de un ondulante zumbido; él era el único asistente a ese espectáculo, sentado en una vieja butaca de cuero, en medio de una pradera. Esta vez los animales no eran combinaciones fantásticas o aterradoras, sino fieles reproducciones de los que él había recolectado y conocido en el Amazonas y en Malasia. Los detalles morfológicos de cada especie resultaban sorprendentemente nítidos: el preciso arreglo de las plumas en las extendidas alas de las aves, la delicada estructura de las abiertas agallas de los peces, la exquisita venación de las transparentes alas de las cigarras…

El desfile duró horas y los animales, sólo uno de cada especie, parecían no terminar de aparecer por el lado derecho del escenario. Picado por su curiosidad, se levantó de su butaca, caminó con los pies descalzos sobre el húmedo piso de la pradera y, subiendo al estrado, se dirigió, tras bambalinas, al lugar de donde parecían surgir todos los animales. Repentinamente, el escenario en que se hallaba perdió los vívidos colores, tornándose entre azul pálido y lechoso. Se hallaba ante lo que parecía ser una gran charca o un pequeño lago, en el fondo del cual se producía un violento remolino del que salían despedidos cientos de animales diferentes, pero muchos de la misma especie; sin embargo, al caer al borde del lago, quedaban solamente uno o dos de cada especie; algo parecía «filtrarlos» en el aire. Fijándose con más cuidado en el centro del remolino, Alfred observó que todos los animales eran idénticos entre sí justamente cuando salían del lechoso líquido, pero mutaban de especie a cada parpadeo suyo. La miríada de individuos de la misma especie se transformaba en una multiplicidad de especies cuando eran lanzados al aire por la fuerza centrífuga. La atmósfera del pequeño lago azul era también lechosa y densa y empezó a

cercarlo tenazmente colándose en él, como si penetrara por cada poro de su cuerpo, enfriándolo súbitamente. Sentía que sus ropas, su cabello y su barba estaban saturados del frío aire líquido y, aterido, empezó a tiritar violentamente. Alfred cayó al suelo presa de violentas convulsiones y al revolverse sobre la tierra a la orilla del lago sintió que ésta se abría y lo cobijaba, negra y amigajonada, en su cálido y húmedo seno.

Seen-Lang había extendido sobre Alfred una segunda manta de grueso algodón. Numerosos rayos de sol se filtraban por el raído techo, iluminando columnas de resplandecientes y pasajeras partículas de polvo y humo, que contrastaban con el umbrío ambiente de la cabaña.

FIGURA XI.1. *Bosque virgen en Sabah, Malasia.*

Unas cuantas horas después Alfred abrió los ojos. Un rayo de sol se filtraba por el techo y le iluminaba el dorso de la mano izquierda, que descansaba sobre su pecho. El detalle que percibían sus ojos en la intensamente iluminada piel de su mano era admirable; parecía que estuviera usando un microscopio para observar su epidermis. Cada poro capilar se delineaba con la precisión de una pulida colina, de cuyo fondo surgía erecta la tersa columna de un largo vello rubio

que describía un grácil arco, tocando con su punta otra parte de la piel. Era un resplandeciente paisaje hiperrealista, nítido y sencillo, repetido innumerables veces hasta crear un vasto y complejo territorio. Alfred dirigió su vista a otro punto buscando a Seen-Lang en el umbrío interior de la cabaña; sintió un fuerte dolor al mover los ojos, como si los goznes en los que éstos giraban estuvieran enmohecidos. La cabeza aún le daba vueltas. Encontró el esbelto cuerpo de la joven malaya de espaldas, preparando algo de comer en el fogón de barro cocido. La visión de la armoniosa figura de Seen-Lang fue como si le aplicaran un reconfortante bálsamo en su pecho y en sus ojos. La euforia que sigue a una intensa fiebre lo hizo incorporarse repentinamente en el camastro; tenía deseos de abrazar a Seen-Lang por la cintura y apoyar su flotante cabeza en el firme cuerpo de la chica. Sus débiles brazos no pudieron sostenerlo y tuvo que dejarse caer pesadamente sobre el camastro; Seen-Lang volvió la cabeza al oír el ruido y se dirigió rápidamente a ayudar a Alfred.

«¡Dios, cuándo saldré de esta pesadilla de fiebre!», se quejó Alfred para sí mismo, con la cabeza vuelta hacia el maltrecho tejido de palma del techo. «¿Hace cuánto que estoy así, Seen-Lang?», le preguntó en malayo a la chica que, reclinada sobre él, le acomodaba las mantas de algodón para cubrirlo. «Tu médico vino hace tres noches; tú estás enfermo desde hace cinco noches —le contestó—; te preparo comida, taro con gallina y papeda (la harina de la palma *Metroxylon rumphii*); tienes que comer algo, estás débil».

Los grandes trozos de la raíz de taro, impregnados del sabor del caldo de gallina y de la nuez moscada, y la papeda lo reconfortaron considerablemente; Alfred se sintió mucho mejor, aunque tembloroso por la debilidad y el efecto de la fiebre, pero más dueño de sí mismo y con una peculiar lucidez de pensamiento. Sentía la cabeza especialmente ligera,

como si una espesa bruma se hubiera despejado de su mente. Recordaba algunas imágenes de sus pesadillas febriles en forma vívida; los torbellinos de transmutación de las especies, particularmente, recurrían una y otra vez. «Es curioso —se decía mientras limpiaba con los dedos el arroz que quedaba en su plato, a la usanza malaya— cómo mis preocupaciones acerca del origen de las especies se tornaron parte de mis alucinaciones febriles. No hay duda de que debe haber algún mecanismo de transmutación de una especie en otra que explique también el origen de las mismas. Algo que permita que algunas formas, aunque sean ligeramente diferentes, resulten más favorecidas sobre las más frecuentes y se conviertan así en las que finalmente sobrevivan, en un proceso sin fin». La mirada de Alfred estaba perdida en la maraña de vegetación del borde del río, iluminada por la luz del atardecer. Cada hoja de las aralias y los bejucos parecía estar hecha de oro viejo; el aire mismo parecía estar saturado de vapor dorado. «Tiene que haber un mecanismo de selección de las formas, ¿pero cuál?». Repentinamente, el vuelo de un ave del paraíso, *Paradisaea guilielmi*, una visión no muy común, le cortó el hilo del pensamiento al mismo tiempo que le trajo a la memoria un pasaje de un libro que había leído unos 15 años antes: «La incapacidad de los recursos que crecen en forma aritmética… para proveer alimento a una población que crece geométricamente… debe generar una lucha por la existencia…».

«¡Claro, Malthus! ¡Aquí está el mecanismo! ¡Aquí está la respuesta! Los individuos mejor adaptados son los que sobreviven… ¡qué sencillo, pero a la vez qué eficaz mecanismo! Debe existir una lucha por la existencia en la que sucumban los individuos más débiles y menos bien organizados; ésta debe ser la única forma en la que la población de un organismo sea estacionaria en su tamaño, ya

que está limitada en su crecimiento por la falta de alimentos y otros recursos. Si no fuera así, cualquier organismo dejaría un número increíblemente alto de descendientes… ¡Tengo que escribir esto inmediatamente! Seen-Lang, ayúdame, tengo que sentarme a la mesa».

A pesar de las reiteradas protestas de la chica, Alfred se incorporó y salió del camastro, aún débil por la fiebre y temblando de la excitación intelectual que le embargaba desde hacía unos instantes. «Debo escribir estas ideas antes de que se me enreden. Le mandaré el documento a Darwin para que lo lea; él es el único que conozco que podrá entender lo que ahora tengo en la cabeza». Agitadamente, Alfred escribió durante un par de horas, hoja tras hoja, un documento de 15 cuartillas que intituló, al final de su redacción, *Sobre la tendencia de las variedades a diferenciarse indefinidamente de los tipos originales*. Hecho lo anterior, sacó de una gastada caja de madera una carta que, por lo ajada, daba señas de haber sido leída muchas veces. Era una de las varias cartas que había recibido de Darwin, escrita el 1.º de mayo de 1857 en respuesta a una suya del año anterior; en ella lo enteraba de sus ideas acerca de la transmutación de las especies. Alfred pasó la vista por la casi ilegible caligrafía: «Me doy cuenta de que pensamos en forma muy similar respecto a muchos puntos. Su trabajo en los *Annals* me pareció excelente… estoy de acuerdo con la mayoría de los puntos… Hace ya 20 años (!) que empecé mis notas sobre el tema… Ahora estoy preparando mi trabajo para su publicación, pero encuentro el tema verdaderamente agobiante… llevo ya muchos capítulos escritos… espero poder beneficiarme de la publicación de su trabajo sobre el archipiélago malayo antes de que aparezca mi libro…».

La mirada de Alfred estaba absorta en el halo del resplandor de la vela. Hacía más de dos horas que había

oscurecido y, sin percatarse siquiera, Seen-Lang le había colocado una vela a su lado para que pudiera seguir escribiendo. La danzante flama de la perfumada vela absorbía su mirada y lo envolvía con un poder hipnótico. Su mente empezó a flotar, como un trozo de madera en el mar, hacia el pasado; de pronto se vio envuelto entre las llamas de un feroz incendio tratando de rescatar de su camarote documentos, ejemplares disecados de aves, cajas repletas de millares de insectos… El barco en el que regresaba a Inglaterra se incendiaba irremediablemente en pleno Océano Atlántico y al hundirse se llevaba consigo todo su trabajo de cuatro años de recolectas (de 1848 a 1852) en los ríos Amazonas y Orinoco, en buena parte en compañía de su amigo y compañero, el zoólogo Henry Walter Bates (figura XI.2). Y con sus colecciones se perdía la posibilidad de financiar sus gastos y obtener fondos para tener tiempo de escribir sus memorias del viaje. Sin embargo, tuvo suerte de salir con bien después de estar a la deriva en las lanchas salvavidas por varios días, sin alimentos ni instrumentos de navegación. Había conocido a Bates en 1844 en Leicester, Inglaterra, en donde trabajó como profesor, y con él empezó a desarrollar un marcado interés por la historia natural. En esa época tuvo oportunidad de leer a Humboldt, Malthus, Darwin, Lyell, etc. Un par de años después se encargó del negocio de prospección y topografía de su hermano al morir éste. La historia de constante estrechez económica familiar y de mala fortuna durante toda su vida, desde su nacimiento en Gales en enero de 1823, parecía no tener fin.

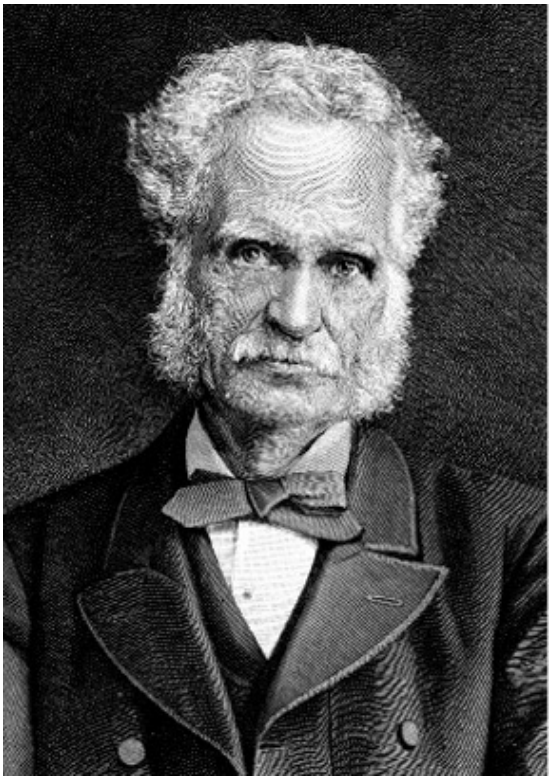


FIGURA XI.2. *Henry Walter Bates (1825-1892). Naturalista y explorador inglés.*

El susurro de la falda de seda de Seen-Lang a sus espaldas y los dedos de la chica que se entremezclaban con su revuelto cabello, lo hicieron regresar bruscamente del viaje mental a su poco afortunado pasado. Un poco para deshacerse de sus pensamientos y otro poco para responder a la caricia de la chica, Alfred sacudió la cabeza. Se sentía totalmente drenado tanto física como mentalmente. La redacción del documento que acababa de terminar lo había agotado, pero estaba inmensamente satisfecho porque sentía que, por fin, había encontrado la respuesta a una pregunta que lo asediaba desde los tiempos de su trabajo de campo con Bates. A pesar de haber adelantado algunas ideas al respecto en su artículo recientemente publicado en *Annals and Magazine of Natural History* (1855), no pudo ofrecer explicación alguna a lo que

llamaba la «teoría de la transformación gradual de los organismos». Pero ahora sentía que la clave de por qué las especies se relacionan unas con otras y de cómo se originan estaba a su alcance. Tenía que escuchar la opinión de Darwin. El olor a sándalo del brazo de Seen-Lang y el roce de sus dedos en el cabello lo hicieron sumirse en una confortable y profunda somnolencia.

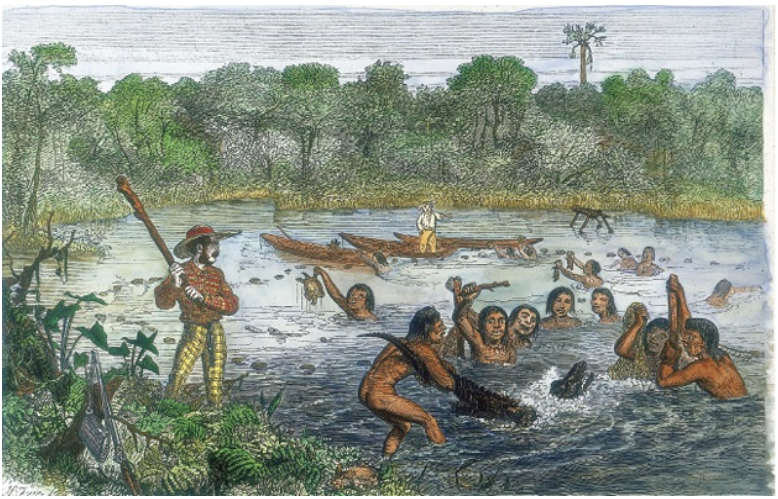


FIGURA XI.3. *Henry Walter Bates capturando un cocodrilo en el Amazonas, siglo XIX.*

La fresca brisa soplaba sostenidamente e hinchaba la vela cuadrada de la pequeña embarcación que lo llevaba a Ternate a través de la laguna interior de color esmeralda. Alfred se sentía un poco débil pero totalmente recuperado del ataque de malaria. Llevaba consigo varias cajas de insectos recolectados y preparados para su envío a Inglaterra, particularmente de mariposas que ilustraban de manera contundente que el complejo mimético, que había observado en compañía de Bates por primera vez en el Amazonas, era un fenómeno que ocurría extensamente y que ejemplificaba en forma irrefutable las sutiles adaptaciones de las especies. El mimetismo que Wallace y Bates habían estudiado en las mariposas (y que ahora recibe el nombre de mimetismo

batesiano) es el fenómeno por el cual una especie adopta la forma o la coloración de otra que es venenosa o de sabor desagradable para los depredadores; de esta manera, la especie adquiere un mecanismo de defensa contra éstos que hace que sea confundida con la verdaderamente venenosa o de sabor desagradable, con lo cual se libra del depredador.

El reconfortante calor del sol y el viento marino lo hacían sentirse vigorizado. En un grueso sobre que apretaba firmemente contra su costado, Alfred llevaba las páginas que había escrito hacía tres días, al final de la fiebre, junto con una carta que explicaba a Darwin el contenido y el propósito del documento. Al desembarcar en Ternate, la capital de la isla de Halmahera en las Molucas, Alfred se encaminó directamente a la misión para depositar sus cajas y la carta en el correo. La construcción de madera pintada pulcramente de blanco contrastaba con la arcilla roja de la calle, aún llena de lodo como resultado de las copiosas lluvias de la pasada tormenta. Alfred entró en la desierta oficina de correos y depositó en la amplia mesa sus cajas de madera con insectos. Hecho esto pasó el sobre que tenía en la mano al único empleado que se encontraba en ese momento, quien con gran prosopopeya pegó las estampillas necesarias, una precisamente al lado de la otra, y las canceló con el sello de la oficina y la fecha: Ternate, 12 de marzo, 1858.

La apacible vida en Down

Después de verificar en su reloj de bolsillo que ya fueran las seis de la tarde, Charles se dirigió a su esposa, que se hallaba sentada en el extremo de la sala: «Emma, ya es hora de que iniciemos la lectura de los nuevos libros que nos ha mandado

Ras desde Londres». Emma dejó de tejer una nueva manta para el hijo que estaba esperando (que sería el séptimo). Con la buena disposición de siempre, se levantó sosteniendo su cintura para desplazarse con ese característico paso de las embarazadas al lugar donde cada día los dos esposos, a veces acompañados de alguno de los hijos mayores, llevaban a cabo durante una hora y media antes de cenar un ejercicio de lectura compartida. «Ras nos ha enviado dos obras que acaban de ser publicadas, escritas por las hermanas Brontë: *Jane Eyre* de Charlotte y *Cumbres borrascosas* de Emily; parece que están causando furor entre el público de Londres», comentó Emma, abriendo una de ellas y recorriendo rápidamente las hojas. «Seguramente no producirán el mismo furor que *Los vestigios de la historia natural de la Creación*, el libro de Robert Chambers, que a pesar de que se publicó hace ya cuatro años sigue generando una reacción violenta tanto de los naturalistas como de los teólogos —replicó Charles—. Claro que no es para menos, con las ideas absurdas que propone». Y añadió para sí mismo: «Por eso tengo que fundamentar lo mejor posible mi teoría si es que llego a publicarla; la gente es despiadada para criticar las nuevas ideas, particularmente cuando desafían los dogmas religiosos».

La lectura de *Cumbres borrascosas* tuvo que ser forzosamente detenida por las reiteradas protestas de la cocinera, quien por tercera vez declaraba que no sería su responsabilidad si el asado quedaba seco por la tardanza de la familia Darwin para sentarse a la mesa. El libro había cautivado a Charles y Emma desde sus primeras páginas. «Excelente libro —opinó Charles—; ahora veo por qué todo el mundo comenta sobre él». Frotándose las manos se sentó a la mesa a saborear la cena. Estaba contento. Esa misma mañana había recibido la noticia de que Charles Lyell sería armado

caballero por la reina Victoria. «Sir Charles Lyell —se dijo al leer la carta que le informaba de la noticia—, excelente, lo merece de sobra».

La vida cotidiana de los Darwin había transcurrido apaciblemente en los casi ocho años que llevaban de residir en Down. La rutina familiar dejaba fluir el tiempo ordenada y plácidamente, como las aguas cursan los meandros de un viejo río. En el año de 1848 tuvieron lugar dos acontecimientos que alteraron en forma contrastada la vida de la familia: el nacimiento de Francis, el tercer varón de los Darwin, en agosto, y la muerte en diciembre del doctor Darwin, quien ya se hallaba mal desde hacía tiempo. Charles, abatido por la pérdida de su padre, no pudo llegar a tiempo para su sepelio en Shrewsbury.

La dinámica demográfica de los Darwin continuó produciendo cambios en la familia. Dos años después, en 1850, nace Leonard, el octavo vástago, con la asistencia de Charles en el parto, quien administró diestramente a Emma una nueva sustancia que apenas se ensayaba en esos tiempos para reducir el dolor anestesiando a los pacientes: el cloroformo. Al año siguiente se produce una dolorosa pérdida en la familia: a los 10 años de edad muere Anne, la hija predilecta de Charles, a causa de una enfermedad desconocida. En una carta, que era el medio por el cual los esposos Darwin se comunicaban sentimientos muy especiales, le comenta Charles a Emma: «Veo ahora ante mí su encantadora cara cuando, a veces, bajaba las escaleras corriendo con un poco de tabaco que había robado de mi tabaquera para traérmelo, feliz de poder proporcionarme una alegría. ¡Si supiera ahora con cuánta ternura y cariño la seguimos queriendo!». Un mes después, Horace, el noveno hijo y quinto varón, llegó para resarcir la pérdida de la pequeña Anne.

Ese mismo año, la familia Darwin visitó repetidamente en Londres el recién inaugurado Palacio de Cristal, sede de una gran exposición. En una de esas visitas Charles se encontró con Joseph Hooker, quien acababa de regresar de su largo viaje a la India y a los montes del Himalaya. Hooker iba acompañado de otro naturalista viajero que acababa de regresar del Océano Índico y de Oceanía; se trataba de Thomas Henry Huxley (figura XI.4), quien fue debidamente presentado a Charles. Ambos trabaron amistad de inmediato: la agudeza intelectual de Huxley impresionó fuertemente a Charles; a su vez, Huxley tenía una enorme admiración por Darwin, como en otro tiempo éste la había tenido hacia Lyell. Daba inicio otra amistad que duraría hasta la muerte de Charles.

En 1853, Charles llevaba ya tres años de estar trabajando una extensa y detallada monografía sobre un gran grupo de crustáceos, los cirrípedos, entre los que se encuentran los percebes, por lo que visitó el Museo Británico para corroborar ciertos datos acerca de especímenes de estos crustáceos. En el departamento del museo el curador le presentó a un joven fornido, de cara cuadrada, con abundante pelo negro cayéndole sobre la frente y casi tapándole los redondos anteojos sin arillo. Cuando le dijo su nombre, Charles recordó que había leído uno o dos capítulos de su libro *Viajes por el Amazonas*. Se trataba de Alfred Russell Wallace, quien estaba planeando su siguiente viaje al archipiélago malayo y a Singapur. El famoso geólogo Murchison le había conseguido un pasaje gratis a bordo de un barco que iría al Lejano Oriente, pues Wallace no tenía recursos propios para hacer el viaje. Sin más comentarios, ambos naturalistas se despidieron.

Le llevó dos años más a Charles, esto es, hasta 1855, terminar su enorme monografía sobre los cirrípedos. Aliviado de esa carga, comentó a Hooker que ahora ya podía volver a

su «problema de las especies». Y así fue. Charles empezó a escribir metódicamente los primeros capítulos de una gran obra que en realidad era la expansión, con numerosísimos detalles, de sus manuscritos de 1842 y 1844 sobre las especies.

Las lecturas familiares de los libros de moda empezaron a tener una intromisión frecuente de noticias acerca de la Guerra de Crimea y de los relatos sobre una famosísima y abnegada enfermera que había asumido el papel de «ángel de la guarda» de los soldados británicos que participaron en ella, especialmente en Scutari. Su nombre era Florence Nightingale. La publicación en los diarios del famoso poema de Tennyson «La carga de la caballería ligera» inundó de fervor patrio los corazones de muchos británicos, particularmente de los aristócratas que de alguna forma habían logrado escapar del reclutamiento militar. En ese mismo año salió a la circulación el primer diario verdaderamente popular, el *Daily Telegraph*, que no estaba gravado con el impuesto que hasta ese momento hacía inaccesibles los diarios al gran público, compuesto en su mayoría por obreros de escasos recursos.

FIGURA XI.4. *Caricatura de Thomas Henry Huxley (1825-1895). Biólogo inglés.*

La aparición del trabajo de Wallace en *Annals and Magazine of Natural History* en 1855, acerca de la distribución geográfica de las especies dependiente de los cambios geológicos, que no produjo comentario alguno entre los naturalistas de la época, hizo tañer una sonora campana de alarma entre Darwin y sus cercanos amigos Lyell y Hooker, quienes redoblaron su presión sobre Charles para

que diera por fin a la luz pública su trabajo sobre el origen de las especies. Charles, sin embargo, siguió tozudamente apegado a su plan de escribir lo que llamaba «el gran libro» y que consideraba que sería su obra magna. Pero el destino tenía preparados otros planes.

Uno de esos años irrelevantes

La sesión mensual de la Sociedad Linneana correspondiente a julio de 1858 estaba llegando a su término. Un flojo aplauso marcó el final de la exposición de la conferencia del mes, que había sido presentada por Charles Lyell y Joseph Hooker. Se trataba de un doble trabajo cuyos autores, por separado, eran Charles Darwin y Alfred Wallace. La presentación de Hooker y Lyell había hecho referencia a que

> […] estos caballeros, en forma independiente y en ignorancia el uno del otro, han concebido la misma ingeniosa teoría que explica la aparición y perpetuación de variedades y de formas específicas en nuestro planeta, y pueden ambos reclamar el mérito de ser los primeros pensadores en esta importante línea de investigación. Ninguno de los dos ha publicado sus puntos de vista, aunque nosotros hemos presionado constantemente al señor Darwin desde hace muchos años para que publique sus ideas; ahora ambos han puesto sus trabajos sin reservas en nuestras manos… para que sean presentados ante la Sociedad Linneana.

El público asistente a la sesión recibió con cortés frialdad las comunicaciones de ambos naturalistas sobre el origen de las especies y las leyes que lo afectan. No se produjo discusión alguna al final de las presentaciones. Todo el mundo se retiró cuchicheando en pequeños grupos. Lyell y Hooker se miraban el uno al otro con una mezcla de asombro y alivio. La tormenta que esperaban que se desatara después de la lectura

conjunta de los trabajos de Darwin y Wallace se había convertido en una amorfa nube gris de desinterés.

Sentado en su gran sillón rojo, Charles no podía dar crédito a lo que Hooker le narraba de la reunión del día anterior en la Sociedad Linneana. «¿Cómo es posible que ni siquiera se haya generado algo de discusión? —preguntaba a Hooker—. Seguramente la presencia de ustedes dos debe de haber inhibido los comentarios; de otra forma no me lo explico». Charles se sentía abrumado. «¿Está justificada mi gran aprensión de tantos años acerca de la reacción del público a mis ideas? ¿He perdido el tiempo miserablemente acumulando cuanta información he podido localizar para robustecer mis ideas acerca del origen de las especies? Me da terror pensar que me he embarcado por años en una tarea que resultará innecesaria y redundante y que ha minado mi salud y sacrificado tanto la vida con mi familia… La misma muerte de nuestro hijo más pequeño, Charles Waring, hace menos de diez días, en medio de toda esta angustia de escribir el resumen que ustedes leerían ayer…».

Hooker lo miraba con simpatía por encima de sus anteojos, sumido en uno de los mullidos sillones de cuero de la sala de los Darwin. «Yo simplemente creo que la información que recibieron era demasiado novedosa para que hubieran podido tener alguna reacción coherente —le dijo a Charles para calmarlo, pero también porque creía que ésa era la explicación a lo que había pasado en la Sociedad Linneana—; la reacción vendrá más adelante, pero solamente si tienen frente a sí una versión más completa de lo que leímos en la Sociedad. La palabra escrita tiene mucho más efecto que la hablada, al menos al principio… Por eso, Darwin, ahora es absolutamente esencial que publique ese bendito libro o un resumen del mismo, además del texto que Lyell y yo

presentamos ante la Sociedad; no hay tiempo que perder si quiere mantener la prioridad de sus ideas».

FIGURA XI.5. *Escudo de la Sociedad Linneana.*

—No hay ya necesidad de insistir más en ello, Hooker. Usted y Lyell han sido verdaderamente amigos invaluables a los que tenía que haber hecho caso hace tiempo, pero las circunstancias, usted concordará conmigo, han cambiado radicalmente con la llegada de la carta de Wallace hace casi 15 días, para ser más preciso el 18 de junio. Debo decir que me quedé sin palabras cuando leí su ensayo; la coincidencia en conceptos e ideas con mi trabajo es en verdad estremecedora, incluso hasta en los términos que ambos usamos. Su documento de 15 cuartillas es un excelente resumen de las ideas que expresé en mi ensayo de 1844, que tiene más de 200 cuartillas. La posición de Wallace al no reclamar la prioridad de sus ideas sobre la evolución es en verdad de una gran nobleza; sin embargo, creo que la propuesta suya y de Lyell de leer ante una sociedad científica tanto el ensayo de Wallace como el resumen que yo he preparado de mis ideas fue la mejor de las soluciones a esta situación verdaderamente

comprometida ante la que me he encontrado al recibir la comunicación de mi colega. Ha sido también conveniente hacer referencia en la presentación a mis ensayos de 1842 y 1844, que usted leyó hará una docena de años, Hooker, y que contienen básicamente los mismos conceptos, como justos antecedentes para establecer la prioridad de mis ideas al respecto. Les debo a usted y a Lyell haber encontrado la solución más honesta y caballerosa a este difícil problema, y a Wallace haberme decidido a dar un paso al que durante varios años me resistí. Ahora debo escribir un resumen de mi gran obra para publicarlo cuanto antes, pues de lo contrario traicionaría el esfuerzo de todos ustedes y los 15 años en que he trabajado sobre el problema de las especies.

—¿Cuánto tiempo cree que le llevará escribir un amplio resumen de sus ideas, Darwin? —le preguntó Hooker, mientras limpiaba minuciosamente los vidrios de sus pesados anteojos.

—No lo sé bien —respondió Charles—; espero que unos cuantos meses, depende de la extensión; no puede ser menor de 30 o 40 cuartillas. Me asusta pensar que debo reducir el texto que ya llevo escrito, que es enorme. ¿Dónde quedarán los numerosos ejemplos y los casos que relato en apoyo a las ideas? Me preocupa no ser lo suficientemente convincente. Por otro lado, no sé bien quién quisiera publicar un libro como ése, porque no estoy dispuesto a mandarlo a una revista en la que los editores destruyan mi texto antes de comprenderlo. En fin, no sé bien qué pasará; lo que sé es que hay que escribir ese bendito resumen. Me tranquiliza pensar que hace cosa de un año le mandé una copia de mi ensayo de 1844 a Asa Gray, de Harvard; así quedará claro que nada que yo pueda escribir en ese resumen es algo que haya sido tomado del texto de Wallace. Por cierto, habrá que avisarle a Wallace que su manuscrito fue presentado junto al mío en la

Sociedad Linneana; espero que no le moleste que hayamos procedido como lo hicimos, pero él no me daba instrucción alguna en su carta y solamente me pedía mi opinión acerca de sus ideas, la cual estoy escribiendo para mandársela, y me indicaba que si el texto me parecía adecuado lo enviara a Lyell para tener también su opinión, lo cual he hecho.

—Creo que sería conveniente que ambos, usted y yo, le mandemos cada quien una carta a Wallace explicándole lo de la presentación en la Sociedad Linneana —le comentó Hooker a Charles al tiempo que se incorporaba para despedirse—, y desde luego, cuente con toda mi ayuda, que probablemente no será mucha, para la redacción de su resumen de 30 cuartillas; si no es de mayor extensión que eso, le recomendaría que lo publicara en el siguiente número de la revista de la Sociedad Linneana, que debe salir hacia fines del año.

—Mi querido Hooker, no sé bien qué haría sin su valiosísima ayuda y sin la de Lyell, pero especialmente sin la suya —le contestó Charles, que también se había incorporado de su silla, pasándole un brazo por el hombro a Hooker—; me encantaría que pudiera venir a vivir conmigo aquí a la casa por una temporada para que podamos trabajar juntos; usted me ayudaría con mi resumen y yo trataría de ayudarle con su flora de Tasmania. Mi manuscrito necesitará de su severa e imparcial crítica en cada cuartilla.

El verano de 1858 se acercaba a su final y Charles había expandido su «resumen de 30 o 40 cuartillas» a un voluminoso manuscrito. Se encontraba redactando el capítulo cuarto sobre la selección natural cuando apareció el número de la revista de la Sociedad Linneana que contenía su artículo escrito conjuntamente con Wallace. El silencio más completo recibió la aparición de las ideas de ambos naturalistas sobre el

origen de las especies. Charles estaba a la vez asombrado y deprimido por la total falta de reacción a sus ideas, y se preguntaba si tenía sentido escribir un resumen de las mismas, que le estaba costando tanto trabajo. Charles se hubiera deprimido aún más de haber conocido el comentario de Thomas Bell, el presidente de la Sociedad Linneana, al hacer un balance de las actividades científicas de 1858 en el acta final del año: «Este año no se ha distinguido por ser uno de esos en los que se presenta algún avance científico que revoluciona, por así decirlo, al área de la ciencia a que pertenece».

Las palomas son más interesantes

El mismo año en que Charles llegó al medio siglo de vida, él y Emma cumplieron 20 años de casados. Emma decidió hacer una gran celebración el 29 de enero de 1859, a la que asistió toda la familia Darwin; las hermanas viajaron desde El Monte y Erasmus desde Londres, así como varios de los Wedgwood. La casa de Down parecía un hotel de veraneo, lleno de distintas familias, cada una con su respectiva y numerosa prole.

Charles se sentía feliz de ver que las nuevas generaciones de Darwin y Wedgwood empezaban a tomar su lugar en las familias como adolescentes o jóvenes adultos; William, Henrietta y George tenían 19, 16 y 14 años, respectivamente, y los demás hijos eran ya suficientemente formales como para compartir la mesa con los mayores. Esta celebración era una bienvenida distracción no solamente de la intensidad del trabajo para avanzar lo más posible en la redacción del «resumen» de su manuscrito grande, sino también de un

nuevo y severo periodo de problemas de salud que habían estado limitando seriamente su capacidad de trabajo. A pesar de las numerosas visitas del médico de la familia, el doctor Holland, y de los periodos de estancia en balnearios de aguas termales para recibir tratamientos hidropáticos, la naturaleza del mal que recurrentemente afectaba a Charles fue siempre desconocida. Algunos estudios posteriores de los síntomas que lo afectaban (frecuentes mareos, violentos vómitos, agudos dolores de cabeza, marcada debilidad muscular, flatulencia recurrente, etc.) han sugerido diagnósticos de diferentes enfermedades. Uno de ellos indica la posibilidad de que Darwin hubiera contraído el mal de Chagas, una enfermedad parecida al mal del sueño de África, producido éste por el *Trypanosoma gambiense* que transmite la mordedura de la mosca tsetsé. El mal de Chagas es causado por el *Trypanosoma cruzi*, protozoario transmitido por la picadura de varios insectos del grupo de las chinches (que en México reciben el nombre de chinches hociconas), entre ellos la *Triatoma infestans*, que habitan especialmente en América del Sur. Charles había capturado durante su estancia en Argentina y en Chile varios de estos insectos (llamados allá vinchucas), que guardaba en el barco como mascotas y con los que llegó incluso a hacer observaciones de la forma en que lo picaban en el dorso de la mano y de la velocidad a la que se llenaban de sangre.

Algunos otros especialistas han atribuido los malestares de Darwin a diferentes infecciones adquiridas durante el viaje alrededor del mundo, o bien a un estado hipocondriaco, agudizado probablemente por la angustia y la presión autoimpuestas a causa de su trabajo. Finalmente, otros adjudican estos males a situaciones de tipo psicológico motivadas por la influencia de un padre dominante y represivo. Aunque el origen preciso de sus frecuentes

malestares es desconocido, el efecto final de ellos era que Charles quedaba postrado, a veces por semanas enteras, sin poder trabajar o participar de las actividades familiares, llevando una vida casi de inválido.

Finalmente, la contestación de Wallace a las cartas de Charles y de Hooker llegó a Down. Wallace estaba en extremo satisfecho por la presentación conjunta de los trabajos. En su misiva a Hooker comenta: «Agradezco a usted y a sir Charles Lyell sus buenos oficios… me siento muy beneficiado, pues por lo general la paternidad de una idea se acostumbra dar al primer descubridor de la misma y no al que llega a esa idea posteriormente, ya sea unos cuantos años o unas cuantas horas después…». Charles se sintió profundamente aliviado por la reacción de Wallace, a la que consideró sumamente caballerosa y amable.

Hacia fines de marzo de 1859, Charles llegó prácticamente al fin de la redacción de su manuscrito, cuya mayor parte ya había sido pasada en limpio por un escribano profesional. Tanto por su extensión como por el hecho de que ya había salido el último número de la revista de la Sociedad Linneana, resultaba evidente que habría que buscar a alguien que publicara el manuscrito, que para esos momentos constaba ya de 13 largos capítulos y aún faltaba el final, la recapitulación y las conclusiones. Lyell sugirió a Charles que recurriera al mismo editor londinense que publicó sus *Principios*, John Murray III, puesto que era el mejor y con más experiencia, en especial en lo que se refería a libros científicos.

La reacción de Murray a la carta de Charles, en la que incluía el índice del manuscrito, fue entusiasta y le ofreció excelentes condiciones para publicar el libro, incluso sin haber visto el manuscrito completo. Solamente objetaba el título que Charles había puesto al manuscrito: *Resumen de un*

ensayo sobre el origen de las especies y las variedades, con el que Charles pretendía aclarar al lector que ésta era una obra parcial a la que le faltaba mucha más información que no había sido posible incluir. Murray le pidió a Charles quitar la palabra «resumen» del título para hacer el libro más atractivo a los lectores potenciales. Charles estaba encantado con el arreglo y mandó de inmediato por correo a Murray el manuscrito entero. Éste lo leyó parcialmente y lo envió, para tener su opinión, a uno de sus asesores editoriales, el reverendo Elwin Whitwell, quien publicaba la *Quarterly Review*, revista de crítica editorial. Una semana después, Elwin contestó a Murray: «Creo que Darwin debería deshacerse de todo el material del libro, excepto lo referente a las palomas; éste sí es un buen tema, que seguramente despertaría el interés de los lectores, en especial de los colombófilos…». A pesar de esto, Murray quedó satisfecho con su lectura de varios capítulos del libro y empezó el laborioso proceso editorial.

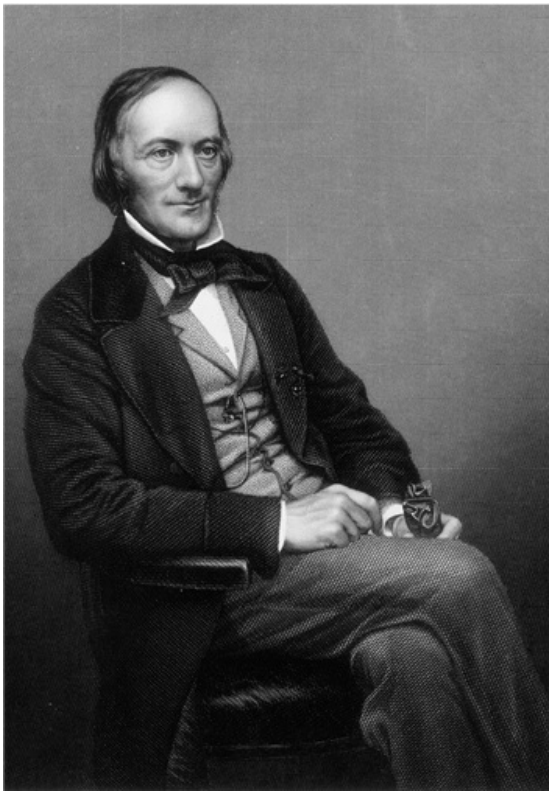


FIGURA XI.6. *Richard Owen (1804-1892). Biólogo, paleontólogo y anatomista comparativo inglés.*

Después de numerosísimas correcciones, fundamentalmente de estilo, en que participaron por igual Hooker y Emma, su editor Murray y una revisora profesional de estilo, Charles recibió el primer ejemplar del libro los primeros días de noviembre con una nota de Murray informándole que la primera edición (de 1250 ejemplares, de los que había que descontar los de cortesía a Darwin, los de registro del derecho de autor, los enviados a los críticos literarios, etc.) había sido comprada en su totalidad por los libreros de Londres y de las principales ciudades, y que sería necesario ir pensando en la segunda. Charles estaba fascinado con la noticia.

La obra apareció formalmente en las librerías el 24 de noviembre de 1859 con el título *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life (Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia)*. Su precio fue de 15 chelines.

Si la presentación conjunta de los trabajos de Darwin y Wallace en la Sociedad Linneana y su posterior publicación en la revista de la misma no generaron siquiera una leve onda en la superficie del mar de la opinión pública, la aparición del libro desató un huracán como el que estuvo a punto de hundir el *Beagle* en el Cabo de Hornos.

La controversia sobre el libro fue fenomenal y se originó lo mismo entre amigos de Charles que entre personas ajenas a él; entre quienes habían leído el libro sin entenderlo como entre los que lo condenaban sin haber cursado una sola de sus páginas; tanto en su país como en el extranjero, especialmente en los Estados Unidos; entre naturalistas, literatos y filósofos y, sobre todo, entre miembros de la Iglesia, tanto de la anglicana como de otras confesiones. Algunos de los ataques más vitriólicos (usualmente los más infundados) fueron publicados anónimamente por personas que habían tratado y ayudado a Charles años atrás, como Richard Owen (figura XI.6) y Adam Sedgwick. Este periodo de la vida de Darwin está ampliamente documentado, ya que casi todo el material acerca de la controversia fue publicado en revistas especializadas e incluso en periódicos tan famosos como los *Times* de Londres y de Nueva York. También es muy conocido el famoso debate ocurrido en Oxford, en el que Thomas Huxley puso brillantemente en su lugar al pomposo e ignorante obispo Samuel Wilberforce *(el Jabonoso)*, asesorado por un celoso y resentido Richard Owen, y en el

que el mismo capitán Robert FitzRoy, blandiendo una Biblia, vociferó infructuosamente contra las herejías contenidas en *El origen*.

Charles sufría una profunda angustia al ver su obra criticada sobre bases más teológicas que científicas. Él nunca había querido atacar a la Iglesia con sus ideas y en verdad no había en su libro nada que fuera provocativo en este sentido, por lo que resentía los infundados ataques de los ministros religiosos. Además, había evitado, muy a propósito, cualquier alusión al origen del hombre porque sabía que éste era un punto especialmente controvertible. A pesar de eso, muchos lo criticaron por haber propuesto, supuestamente, la descendencia del hombre a partir de los primates. Pero no era en realidad el texto explícito el que alarmaba a muchos de sus enemigos, sino las inescapables y devastadoras implicaciones de sus ideas, que simplemente minaban la concepción dogmática del lugar del hombre en la Tierra y en el universo, y amenazaban la primacía de las ideas religiosas en cuanto al origen y al destino divinos del ser humano. Esto era lo inaceptable, ya que nadie en esa época tenía, siquiera cercanamente, el cúmulo de datos, conocimientos y pruebas que contradijera las ideas de Darwin desde un punto de vista científico.

XII. Los acordes finales

Una cosecha de tempestades…

Charles evitó cuanto pudo mezclarse personalmente en las controversias en torno a sus ideas, sobre todo si estas discusiones se daban en público; prefería siempre contestar por escrito las críticas que recibía, ya fuera en forma de cartas o en artículos publicados en los diversos medios escritos. Fueron fundamentalmente Huxley, Hooker, Lyell y el mismo Henslow, a pesar de que no aprobaba esas ideas evolutivas, quienes lo defendieron en público mediante discusiones, conferencias o artículos en revistas especializadas y en periódicos. Ciertamente, no todos los comentarios fueron adversos a *El origen*. Aparte de las opiniones vertidas en el círculo íntimo de sus amigos, empezaron a aparecer otras muchas que apoyaban sus ideas evolutivas, tanto en Gran Bretaña como en el extranjero. El hecho de que su libro se hubiera convertido en el tema central de las discusiones científicas, tanto en su país como fuera de él, le producía una íntima satisfacción.

Sin embargo, en el lapso transcurrido entre la publicación de *El origen* y los siguientes tres o cuatro años, Charles tuvo la sensación de haber regresado a la travesía en el *Beagle* con sus momentos de una mar extremadamente borrascosa y sus periodos de calma placentera. Su salud seguía fielmente los estados de ánimo de esa mar ingrata e impredecible que es la

opinión pública. Esa misma opinión voluble le otorgó, en 1864, después de habérsela regateado en una ocasión, la Medalla Copley de la Real Sociedad, la segunda distinción académica más importante en Gran Bretaña, con lo que se volvió a agitar el avispero de la controversia. Para entonces, el círculo íntimo de amistades de Charles había ganado una nueva persona: Alfred Wallace, quien había regresado en 1862 de una larga estancia de ocho años en Indonesia y en el archipiélago malayo. Las visitas de Wallace a la casa de los Darwin se tornaron casi tan frecuentes como lo habían sido en otro tiempo las de Hooker.

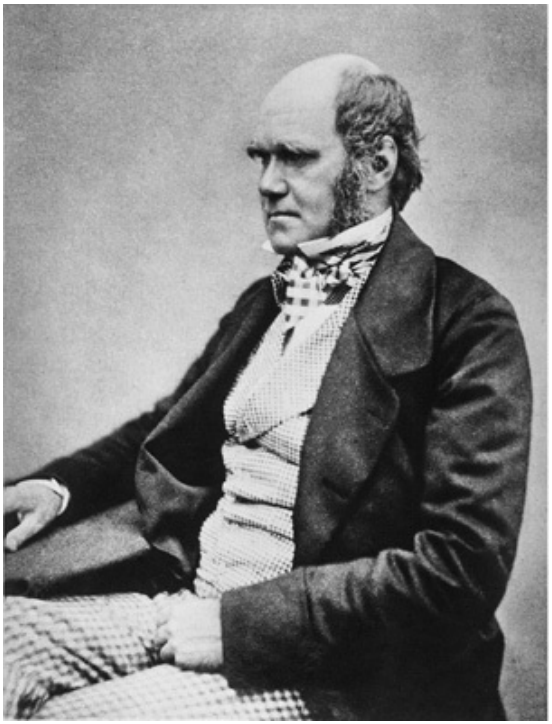


FIGURA XII.1. *Retrato de Charles Darwin*.

Al año siguiente del reconocimiento de la Real Sociedad a Charles murió el padre de Joseph Hooker, con lo que éste quedó a cargo de la dirección de los Reales Jardines de Kew. Ese mismo año, al final del mes de abril, Charles recibió la

dramática noticia de que Robert FitzRoy se había suicidado. A la sazón, el ex capitán del *Beagle* se había retirado de su carrera de marino para hacerse cargo de la oficina meteorológica de la Marina Real. La ruina económica, seguida de una incomprensión total por parte del Almirantazgo de sus ideas de que el clima era susceptible de predicción, lo llevaron a un estado de depresión tal que acabó cortándose la yugular. A pesar de que FitzRoy se había convertido en uno de sus más acerbos e ineficaces enemigos, Charles sintió profunda tristeza por el suceso, ya que en su mente dominaba el recuerdo del capitán en un viaje en que adquirió la experiencia vital que le permitió llegar a donde ahora se encontraba. El rencor no era uno de los defectos de Charles.

A principios de 1866, Charles inició la escritura de otro libro que resultaría monumental: *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*. En él desarrolló muchas de las ideas que había recopilado sobre la evolución de los organismos dirigida por el hombre y de las cuales solamente había presentado un resumen en el primer capítulo de *El origen*. En este libro incluyó además una serie de especulaciones acerca de la forma en que las características de los padres son transmitidas a los hijos. Charles intitula este capítulo «Hipótesis provisional de la pangénesis». Hay que recordar que en ese tiempo la genética aún no existía como un cuerpo coherente de conocimientos, a pesar de que ya había sido publicado el trabajo de Gregor Johann Mendel, monje agustino nacido en Heinzendorf (en lo que antes era territorio austriaco y ahora se llama Hynčice, en la República Checa), sobre los patrones hereditarios de algunas plantas. El trabajo fue publicado en 1866 en la oscura *Revista de la Sociedad de Ciencias Naturales de Brno*. Es interesante imaginar el efecto que las investigaciones de Mendel podrían haber tenido sobre las ideas de Darwin si éste hubiera llegado

a conocerlas plenamente. Parece ser que Charles tuvo en sus manos un resumen del trabajo de Mendel; sin embargo, es evidente que no percibió lo que esto significaba en el contexto de su teoría de la evolución. Por otro lado, curiosamente, Mendel conocía bien *El origen* cuando publicó sus resultados, pero nunca incorporó las ideas evolutivas de Darwin a sus hallazgos sobre las leyes de la herencia. De haberlo hecho, Mendel se hubiera adelantado por casi 100 años a lo que se conoce ahora como la «síntesis moderna» del pensamiento darwiniano, la cual fue propuesta por Julian Huxley en la década de 1930.

La teoría de la pangénesis de Darwin tenía notables similitudes con las ideas de Demócrito, filósofo griego nacido alrededor del año 450 a. C. y uno de los precursores de la teoría atómica. Darwin proponía en esa teoría que las células reproductoras producen unos corpúsculos o partículas pequeñísimas, denominadas «gémulas», que supuestamente transmiten las «instrucciones» necesarias para la recreación de las células en la progenie de acuerdo con las características morfológicas de los padres. Las gémulas eran transportadas por los fluidos orgánicos hasta las células reproductoras, donde permanecían en espera de la fertilización… Además, Darwin proponía que el uso extraordinario de un órgano produce cantidades anormalmente altas de gémulas con las características de ese órgano, con lo que se refuerza él mismo en la progenie. De manera inversa, el poco uso de un órgano provocaría una producción anormalmente baja de gémulas relacionadas con el mismo, por lo que tendría un desarrollo cada vez más deficiente en las progenies sucesivas. Con la proposición de su teoría de la pangénesis, Darwin regresaba al más puro lamarckismo al revivir las ideas de la herencia de los caracteres adquiridos.

La «hipótesis provisional de la pangénesis», como Charles la tituló en algún momento, trataba de responder a las objeciones que varios de los críticos de sus ideas habían presentado en contra de la evolución mediante la selección natural, particularmente Fleeming Jenkin y St. George Jackson Mivart. Jenkin era un ingeniero escocés que había trabajado junto con sir William Thomson (mejor conocido como lord Kelvin) en la instalación del primer cable transatlántico. Sus argumentos no eran nuevos; fue la forma en que organizó su crítica y los puntos que atacó lo que hizo que Darwin le dedicara largas y prolijas respuestas. Una buena parte de las críticas de Jenkin tenían como base la idea de la «herencia mezclada», con la cual proponía que las características de los padres se iban diluyendo constantemente de una progenie a la otra, como lo hace la concentración de una sustancia en un líquido cuando se mezcla sucesivamente con otros líquidos que no contienen dicha sustancia. Sin embargo, ésta no era una idea propia de Darwin, ya que constituía la forma aceptada en ese momento de interpretación de los mecanismos de la herencia. Jenkin criticaba el principio del gradualismo de Darwin, que proponía que los cambios evolutivos notables eran el resultado de la acumulación de pequeños e imperceptibles cambios, así como que la evolución bajo la influencia de la domesticación era un ejemplo que apoyaba la idea de la evolución por medio de la selección natural. Por su parte, Jenkin sostenía que existían límites muy claros al grado de variación que podía presentar un organismo en el proceso de domesticación y que el hombre nunca había logrado generar una nueva especie por este método; esto último era hasta cierto punto correcto para el caso de los animales domesticados, aunque no para las plantas cultivadas; no obstante, hay que aclarar que en ese tiempo se tenía muy poco

conocimiento sobre los ancestros de plantas como el trigo o el maíz. A las anteriores críticas, Darwin contestó con notas aclaratorias en las sucesivas ediciones de *El origen*, como la que sigue:

> Algunos autores sostienen que el grado máximo de variación en nuestros productos domesticados se alcanza rápidamente y que no puede ser excedido. Es muy arriesgado aseverar que dicho límite se ha alcanzado en algún caso; todos nuestros animales y plantas han sido domesticados en un periodo muy reciente, y esto implica una variación. Sería igualmente arriesgado aseverar que los caracteres que se han modificado a su máximo no podrían cambiar aun después de haberse mantenido fijos por un tiempo, y variar bajo diferentes condiciones de vida.

No obstante, Jenkin argüía que cualquier característica que surgiera en una población, independientemente de qué tan ventajosa fuera, nunca lograría fijarse en ella debido a que se reduciría en cada sucesiva mezcla de caracteres en las progenies consecutivas. De esta manera, la selección natural perdería sentido, ya que ninguna característica podría ser favorablemente seleccionada y fijada en la población. Esto ocurriría además con mayor facilidad si: *a)* la selección favoreciera una variación heredada que solamente difiriera muy ligeramente de la norma para la población, y *b)* el atributo se originara en una población muy grande y continua, ya que en este caso la variación se diluiría entre un mayor número de individuos.

Por otro lado, Jenkin argumentaba que los cambios excepcionales, que en ese tiempo se conocían como *sports* y que en realidad eran mutaciones, en el caso de ser favorecidos por la selección natural deberían volverse los caracteres dominantes en la población, ya que no se diluirían por la herencia mezclada. Éste era para Jenkin otro argumento en contra de la selección natural como mecanismo de la evolución, pues consideraba que la evolución gradual no era

un mecanismo satisfactorio para explicar el origen de las especies, y en cambio proponía la existencia de causas abruptas o «saltatorias» que nunca especificó. A todo esto Darwin respondía que los atributos favorables deberían originarse no solamente en unos pocos individuos, sino en muchos al mismo tiempo, para que no hubiera el problema de dilución de tales atributos por la herencia mezclada. Además, por medio de la pangénesis, dichas características podrían originarse simultáneamente en un gran número de individuos sujetos a las mismas condiciones ambientales.

St. George Jackson Mivart, zoólogo, alumno de Richard Owen y de Thomas Huxley y originalmente prodarwinista, atacó a Darwin por motivos de tipo religioso; sus objeciones se basaron en la mayor debilidad conceptual de las ideas de Darwin: los mecanismos por los que se heredarían y fijarían las características favorecidas por la selección natural. Mivart atacó «los fundamentos materialistas» de las ideas de Darwin, en especial en lo que se refería al posible origen del hombre. Mivart sostenía que la selección natural no podía explicar la existencia de ciertos atributos favorables a los organismos solamente hasta que ellos alcanzaban un desarrollo completo. Atacó la idea de la pangénesis como «un mecanismo oscuro que confundía más que aclaraba las cosas» y por ser incongruente; para ejemplificar esto último citaba el caso de que a pesar de que innumerables generaciones de hombres judíos habían sido sometidas a la circuncisión, sus hijos seguían naciendo con prepucio.

Ciertamente, la pangénesis fue un intento laudable, aunque poco afortunado, que empleó Darwin para explicar algunos aspectos que su original teoría de la evolución mediante la selección natural no explicaba satisfactoriamente, en particular lo referente a los mecanismos hereditarios de las características favorecidas. Estas ideas las discutió, antes de

publicarlas, con Huxley y Wallace, quienes no se mostraron especialmente atraídos por ellas, aunque no quisieron disuadir a Darwin de publicarlas y exponerlas a la crítica. Al contestar los argumentos de sus críticos, a veces Darwin se enzarzó, fundamentalmente porque no había buena información disponible para esclarecer algunos de los puntos. Sin embargo, nunca dejó de considerar la selección natural como el mecanismo central de su teoría del origen de las especies y de pensar en la evolución como un proceso que no tiene una meta determinada y cuyo cauce se define en forma aleatoria.

Esperanza de un destino superior

Durante varios años, particularmente entre 1865 y 1875, la casa de los Darwin en Down se convirtió en el club científico más importante de la época. En ella Charles se reunía regularmente con Hooker, quien para esos momentos había ya empezado una enorme obra de revitalización de los jardines de Kew; con Huxley, quien aparte de su trabajo de investigación en morfología y anatomía animal había desarrollado un importantísimo trabajo en pro del avance de la ciencia en Gran Bretaña y de su difusión entre el público no especializado, particularmente entre los obreros; con Lyell, quien todavía activo en la investigación geológica gozaba de una posición y una reputación que le permitían expresar sus opiniones acerca del desarrollo de la ciencia a los niveles más altos del gobierno británico, y finalmente con Wallace, quien estaba en la mejor época de su actividad creativa y productiva.

El ambiente intelectual generado por ese grupo debe de haber sido verdaderamente excepcional, ya que en él se reunía

un cúmulo de experiencias, de conocimientos, de contactos y de opiniones que posiblemente cubrían toda la red mundial del desarrollo de las ciencias biológicas de su tiempo. Esta unión había generado entre ellos lazos de fraternidad también excepcionales. Estos lazos no se restringían a sus personas, sino que se extendían a sus respectivas familias, las cuales formaban un gran clan en el que todos se apoyaban y que tenía como centro de nucleación la casa de los Darwin, con Emma como matriarca. Cuando había un apuro personal o familiar, siempre surgía el ofrecimiento de ayuda para cuidar de los hijos, acompañar a los enfermos, recabar fondos para alguna necesidad especial, etc. Los gozos y las penas personales eran compartidos por todos, con grande y sólida fraternidad.

En 1867 Charles empezó a escribir sobre un tema que había soslayado en *El origen* con el propósito de disminuir la controversia que esperaba de su libro: el origen del hombre. Esta obra, titulada *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, representa su última contribución derivada de sus ideas acerca del origen y la evolución de las especies. Como en todos los casos anteriores, respecto de este libro Charles tenía ya estructurado un esquema de su contenido, así como numerosas notas que servirían como «esqueleto» del manuscrito, al que sólo faltaba ir «cubriendo de carne» al expandir y redactar las notas reunidas paciente y regularmente durante años. Estaba deseoso de exponer las ideas que escribiría en el libro con alguien que quisiera discutirlas. Wallace le había prometido pasar una semana en su casa en compañía de su esposa Annie, quien estaba embarazada de su primer hijo. Con grandes esfuerzos, Charles resistió la urgente tentación de abordar a Wallace, apenas llegó con Annie en el carruaje que había mandado para recogerlos en la estación del tren. No fue sino hasta

después de la cena, una vez que ambas esposas se retiraron a charlar sobre las ventajas y desventajas de la nueva línea del tren subterráneo de Londres, que unía la estación King's Cross con la de Paddington, cuando Charles y Wallace cada uno con una copa de oporto en la mano, se acomodaron en los sillones de la sala. Charles empezó a describir los puntos más importantes del esquema de su proyectado libro, subrayando los aspectos del origen y la evolución del hombre y del papel que desempeña en ellos la selección sexual.

Rígidamente sentado, con los codos apoyados en los brazos del sillón, Wallace había absorbido como una esponja cada una de las palabras e ideas de Charles. Cuando éste terminó y quedó a la espera de la reacción de su amigo, Wallace se dejó caer para atrás, hundiéndose en el mullido sillón. «La idea en general me parece espléndida y no tengo duda de que será recibida como una genuina adición a lo expuesto por Lyell en su libro *La antigüedad del hombre*, ya que él explora aspectos diferentes de los suyos. Los conceptos sobre la selección sexual son en verdad cautivantes y creo que potencialmente serán los que más interés despierten entre los lectores no especializados…». La pausa de Wallace produjo un piquete de inquietud en Charles, quien decía para sus adentros: «Vamos, vamos, qué más tiene que decirme; algo no le ha gustado…». Wallace retomó la palabra tras darle tres o cuatro vueltas a la vacía copa: «Me preocupa lo referente a la evolución del cerebro humano y de las aptitudes del hombre para comunicarse; simplemente, no creo que se pueda afirmar que atributos tales como la mente, la inteligencia del hombre, su capacidad de tener un lenguaje y de usar herramientas cada vez más complejas no hayan resultado de alguna intervención especial, alguna causa más allá de la simple evolución orgánica… Sin embargo, como en otras ocasiones, respeto sus

puntos de vista y no quisiera ni remotamente sugerir que los modificase…».

«Pero, Wallace —replicó Darwin saltando para sentarse en el borde del sillón—, ¿cuál puede ser la razón para que incluso las facultades más elevadas del hombre, como el raciocinio y la imaginación, no puedan evolucionar a partir de los atributos más sencillos de otros mamíferos, como el miedo, el enojo o el placer, y que también están presentes en el hombre?». Y añadió en precipitada secuencia: «Ahí tiene como ejemplo el desarrollo paulatino de esas facultades primitivas en los niños hasta alcanzar las que consideramos como más avanzadas en el adulto. Es posible argumentar cómo se produjo el estado bípedo y la posición erecta en los ancestros del hombre debido a la mayor capacidad de usar herramientas primitivas para defenderse u obtener alimento. Esto dio las bases para que se generara un mecanismo de uso de herramientas. La creciente dependencia de ellas debe de haber producido o debe de haberse basado en mayores aptitudes mentales, con una selección por una mayor capacidad craneana, mejores aptitudes musculares y coordinación de las extremidades, etc. ¿No ve ante usted claramente la secuencia de cómo evolucionó el hombre?».

Charles estaba transformado; tenía la cara roja de excitación, los ojos abiertos a más no poder e inundados del líquido de la inspiración y la creatividad, las manos crispadas sobre los brazos del sillón, en demanda de una reacción de Wallace. «Bueno, sí… la historia puede sonar plausible… pero así, tan fácil… todo esto tan complejo como la mente humana… debe haber otro tipo de explicación…». Charles se daba cuenta de que su amigo Wallace tenía una resistencia interna de dimensiones mayúsculas. Se limitó a añadir: «Wallace, las respuestas más sencillas son por lo general las correctas cuando se trata de la madre naturaleza; usted y yo

propusimos la más sencilla de ellas para explicar el origen de las especies…». Tenía serias dudas de si habría hecho alguna mella en la coraza de dudas de Wallace. En fin, habría que sentarse a desarrollar otro largo manuscrito.

Las diferencias de opinión entre Charles y sus amigos se resolvían con razones, pero si ello no ocurría nunca constituían un elemento de distanciamiento personal. Al contrario, estas diferencias de opinión, en las raras veces en que las hubo, constituyeron un estímulo de la amistad; siempre alguien reconocía, al final, que no había tenido toda la razón. Así, cuando el libro monumental de Wallace, *El archipiélago malayo*, salió a la luz pública el primero en recibir un ejemplar fue Charles, y con buena razón: el libro estaba dedicado a él. En abril de 1869 Wallace publicó una reseña de la décima edición de los *Principios* de Lyell en la que asentó, en referencia a las ideas evolutivas de Lyell y su trabajo sobre la edad del hombre en la Tierra, que la selección natural no tuvo que ver en el desarrollo del cerebro del hombre, de los órganos del habla y de sus manos. Charles, profundamente abatido por esta expresión pública de Wallace de no aceptar que el hombre es tan producto de la evolución como cualquier otro organismo, le comentó: «Si no hubiera visto estas ideas escritas por su puño y letra nunca habría creído que fueran suyas». Pero la amistad no disminuyó ni un ápice.

En agosto de 1870 Charles celebró la terminación de su manuscrito sobre el origen del hombre, escribiendo, como corolario, un párrafo que expresa en forma excepcional su pensamiento respecto a la posición de la especie humana en el universo:

> Podemos excusar al hombre de sentir cierto orgullo de haber ascendido, aunque no sea precisamente por sus propios esfuerzos, a la cima de la escala orgánica; el mismo hecho de haber ascendido, en vez de haber sido

> colocado por causas externas en ese lugar, puede darle esperanzas de un destino aun superior en el futuro distante. Pero en este caso no estamos interesados en esperanzas o en angustias, sino solamente en la verdad, en la medida en que nuestra razón nos permita descubrirla. He proporcionado la mejor prueba que me ha sido posible: debemos reconocer, o al menos así me parece, que el hombre, con todas sus nobles cualidades, con la compasión por los más desamparados, con una benevolencia que se extiende más allá de su especie a las criaturas más humildes, o con su intelecto casi divino que le ha permitido penetrar en la mecánica y la constitución del sistema solar, en suma, con todos esos poderes sublimes, aún lleva en su estructura corpórea la huella indeleble de su humilde origen.

En este libro Charles desarrolla su idea de que el hombre comparte con los mamíferos en general, y con los primates en especial, una larga serie de atributos físicos, estructurales y de desarrollo. Hace mención de la notable variación presente en la especie humana, de su tendencia a crecer en forma exponencial a menos que las enfermedades o el hambre limiten dicho crecimiento y de las causas de selección natural que deben de haber actuado en ciertos periodos de su evolución. Una buena parte de la reconstrucción de las vías de evolución del hombre propuestas por Darwin en su libro es más el producto de un cuidadoso razonamiento que de pruebas al respecto, ya que hacia la segunda mitad del siglo XIX la información antropológica y arqueológica disponible era verdaderamente incipiente y no iba mucho más allá del descubrimiento de los restos del hombre de Neanderthal. Las ideas de Darwin al respecto fueron prácticamente las que guiaron a los antropólogos y a los arqueólogos en sus investigaciones por décadas, hasta llegar a los más recientes hallazgos de homínidos en el África oriental por los grupos de Don Johanson y los Leakey: Louis, Mary y Richard.

Darwin también incursionó en especulaciones sobre la relación entre capacidad craneana y desarrollo intelectual en las diferentes razas humanas. Sus conclusiones, que eran las dominantes en aquella época, de que la raza blanca y el sexo

masculino constituían los paradigmas de la inteligencia, resultaron tanto de una mezcla del chauvinismo racial y sexual típico de la época victoriana como de una información incompleta y, por consecuencia, inexacta.

Finalmente, dedica en el libro una gran atención al mecanismo de selección sexual en el desarrollo del hombre y de otros animales, y propone que la competencia y la selección de las parejas han ocasionado, en una gran cantidad de especies animales, el establecimiento de atributos sexuales dimórficos, es decir, han llevado a la diferenciación morfológica por el tamaño, el color, el grado de ornamentación, etc., entre machos y hembras. Darwin atribuye también a la selección sexual la mayoría de las características sexuales secundarias, tales como la fortaleza corporal, la presencia de vello en diferentes regiones del cuerpo, etc. Estas características se fijan, según él, por la competencia que se establece entre los machos por las hembras o por las preferencias de éstas respecto de los machos.

El libro fue publicado, desde luego, por John Murray III y salió a la luz pública en febrero de 1871, después de un tedioso proceso de corrección de pruebas de imprenta por parte de Charles, ayudado por su hija Henrietta. Para sorpresa de Charles, la recepción del libro por la crítica resultó mucho más favorable de lo que él esperaba. Habían pasado ya más de 10 años desde la publicación de *El origen*, lapso en el que las ideas evolucionistas habían empezado a filtrarse más profundamente no sólo en el ambiente académico, sino incluso en el social de Gran Bretaña y de gran parte de Europa. Muchas de las agudas aristas de la resistencia académica a las ideas evolutivas habían empezado a erosionarse por el efecto de la razón y de la discusión. El libro fue inmensamente popular entre las damas de sociedad,

quienes lo compraban y lo leían furtivamente, sobre todo los capítulos que se referían a la selección sexual, sin atreverse desde luego a mencionarlo como tema de conversación social. Si el medio académico había disminuido sensiblemente su resistencia y sus críticas acerca de las ideas evolucionistas de Darwin y Wallace, el medio religioso estaba profundamente resentido y mantenía latente un poderoso antagonismo hacia Darwin. Tanto, que el veto de la Iglesia anglicana fue la razón principal por la que Charles nunca recibiera el reconocimiento oficial de la Corona británica mediante el título de *sir*, como lo recibieron Joseph Hooker en 1876, Charles Lyell muchos años antes que él, y después varios de sus hijos. Y no fue que le faltaran reconocimientos, pues posiblemente Darwin es uno de los científicos que han recibido más distinciones en vida de asociaciones e instituciones académicas, tanto de su país como en especial del extranjero.

Los años postrimeros de Charles transcurrieron con una incidencia notablemente menor de los achaques de salud que lo asediaron desde su cambio de casa a Down. Coincidentemente, ésta fue la época en que Charles se sintió liberado de las presiones y las angustias que la opinión acerca de sus libros le había causado. Después de *El origen del hombre* Charles publicó *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, un librito que fue inmensamente popular, en que describe tanto sus observaciones del desarrollo emocional de sus hijos como numerosos datos sobre el comportamiento de animales, domésticos y silvestres. En este libro Charles usó por primera vez la fotografía para ilustrar algunos aspectos de la expresión de los animales domésticos. El libro se vendió tan bien (9000 ejemplares en el primer año) que Charles tuvo que pagar, por primera vez en

su vida, y con profunda molestia, impuestos por sus ganancias.

Fascinado por el comportamiento y la fisiología de las plantas insectívoras, tanto las de su país *(v.g., Drosera rotundifolia* y *Sarracenia purpurea)* como las que le enviaban, vivas o preservadas, de otros países, Charles cultivó muchas de ellas en un pequeño invernadero que había mandado construir en Down, y realizó con ellas experimentos en los que alimentaba a las plantas no solamente con insectos sino también con diferentes mezclas de carne de res molida, para observar la velocidad de digestión y absorción de la proteína animal. Como resultado escribió un nuevo libro, *Las plantas insectívoras*, que fue también publicado por Murray en 1875.

En la tercera semana de febrero de 1875, Charles recibió la noticia de la muerte de quien había sido su ídolo e inspiración, no solamente en el inicio de su vida científica sino a lo largo de toda ella: Charles Lyell. Éste murió el día 22, después de varios meses de enfermedad y depresión que siguieron a la muerte de su esposa Mary, en abril de 1873. La dolorosa noticia lo hizo ver hacia el futuro y considerar la posible proximidad del mismo trance para él.

Como resultado de su trabajo en el invernadero de Down, Darwin publicó también, en 1876, *Los efectos del cruzamiento y la autofecundación en el reino vegetal*. En ese mismo año un editor alemán le solicitó que escribiera una relación de su vida, lo cual atrajo su atención y se dedicó por un breve periodo de cuatro a cinco semanas a escribir su *Autobiografía,* con el mayor candor y sencillez posibles. Mientras que otros personajes han escrito una larga y pomposa introducción que antecede al relato de sus vidas, Charles dedicó solamente 13 renglones (¡menos de 150 palabras!) a introducir su autobiografía.

El manuscrito de su *Autobiografía* fue prestado al editor alemán sólo para que citara pasajes del mismo; la obra como tal fue publicada primeramente como parte del libro que Francis, el séptimo hijo de los Darwin, preparó con el título de *La vida y la correspondencia de Charles* Darwin, y que Murray publicó en 1887. Nuevamente, el último párrafo de su autobiografía refleja en forma excepcional su carácter, a la vez humilde y honesto, pero con una idea clara de lo que con su obra había logrado:

> En consecuencia, mi éxito como hombre de ciencia, cualquiera que éste haya sido, fue determinado, hasta donde yo puedo juzgar, por una serie de complejas y diversificadas condiciones y cualidades mentales. De éstas, las más importantes han sido: el amor por la ciencia, una paciencia ilimitada para reflexionar largamente sobre cualquier tema, industriosidad en la observación y recolección de hechos y una buena dosis de inventiva y de sentido común. Me resulta sorprendente entonces que con tan moderadas habilidades haya yo podido influir en grado considerable en los puntos de vista de los hombres de ciencia acerca de algunos puntos importantes.

Un año después, en 1877, Charles terminó y publicó un nuevo libro sobre *Las diferentes formas de flores en plantas de la misma especie*. En 1879 publicó una biografía de su abuelo, *La vida de Erasmus* Darwin, e inició un minucioso trabajo sobre el movimiento de las plantas que publicó en 1880 con el título de *La facultad del movimiento en las plantas*. La fisiología vegetal captará cada vez más su atención e interés, por lo que se internó también en el estudio de la estructura y el funcionamiento de los cloroplastos, las estructuras celulares que posibilitan el proceso fotosintético en las plantas.

El último paseo por el sendero de arena

Charles consumió una buena parte de la segunda mitad de 1880 en la redacción del manuscrito de un nuevo libro sobre la biología y el papel de los gusanos de tierra en la formación de humus. La casa de los Darwin estaba llena de frascos de todos tamaños con tierra de diferentes lugares, en los que crecían innumerables gusanos. Con frecuencia, Emma tenía que pararse en seco al caminar por la casa para no aplastar algún gusano que se había salido de su frasco para arrastrarse por los alrededores. Incluso el gran piano de Emma era usado por Charles como repisa para colocar sus frascos, particularmente cuando quería probar el efecto de las vibraciones producidas por los sonidos del piano en la capacidad de respuesta de los gusanos. El nuevo mayordomo de los Darwin se limitaba a alzar las cejas y a menear la cabeza al ver a su patrón darles serenata a unos humildes gusanos de tierra.

Al terminar su manuscrito sobre *La formación de humus por medio de la acción de los gusanos y observaciones sobre sus hábitos*, a fines de abril de 1881, Charles tomó un descanso. De nuevo su salud le falla, pero esta vez siente que su malestar tiene un origen muy diferente al de los anteriores. En agosto viajó a Londres acompañado de Emma para visitar a su hermano Erasmus, quien no pudo levantarse de la cama para atenderlos en grande, como había sido siempre su costumbre. Aunque muy débil, Ras, como Charles lo había llamado toda su vida, estaba de buen humor y conversó largamente con su hermano. Dos semanas después de regresar a Down, Charles recibió el 26 de agosto un telegrama en que se le anuncia el deceso de Erasmus. Ésta fue para Charles la pérdida de una amarra más que unía su vida a un mundo del cual ya bordeaba sus confines. Hizo los arreglos necesarios para transportar el cuerpo de su hermano y enterrarlo en Down,

en la iglesia cerca de su casa, pues quería poder saludarlo cada día al pasar cerca de él.

Murray publicó su libro sobre gusanos de tierra en octubre; la obra fue acogida con gran curiosidad y entusiasmo por los lectores, quienes compraron cerca de 5000 ejemplares del mismo en el primer año de su publicación. Los gusanos de tierra se convirtieron, por así decirlo, en la comidilla del día entre la sociedad británica en 1881.

Los síntomas de la enfermedad de Charles se intensificaron en frecuencia, pero él trató de seguir llevando una vida lo más normal posible, lo cual significaba estar plenamente ocupado en algún tipo de investigación. Por lo tanto, continuó sus observaciones sobre la fisiología de las raíces de las plantas y los cloroplastos.

Estaba por terminar el invierno de 1881-1882. Charles tuvo que pasar varios días sin poder salir de casa para hacer su rutinario paseo por el jardín; esto y la inactividad académica lo tenían de mal humor. El martes 7 de febrero Charles decidió que el clima y su salud habían mejorado lo suficiente y se incorporó del gran sofá de sala en que acostumbraba tumbarse para leer su correspondencia todos los días, de 9:30 a 10:30 de la mañana. Con ciertos trabajos se puso el abrigo de piel que le habían regalado sus hijos tres navidades antes, además de su gran sombrero de fieltro negro, y se echó sobre los hombros el viejo chal que usaba durante el invierno incluso dentro de casa. Abrió la ventana de estilo francés que daba al jardín y de inmediato Polly, su foxterrier, llegó festivamente corriendo a su lado para acompañarlo como era la costumbre. El césped estaba húmedo y frío. Arrastrando un poco los pies, Charles se dirigió a la vereda de arena que había mandado construir en forma de largo circuito unos pocos años después de que adquirió la casa de Down (figura XII.2).

Las caminatas por la vereda eran la terapia más efectiva para despejar su mente e inspirarse acerca de cómo resolver algún problema que encaraba. Dependiendo de la magnitud de éste, Charles daba más o menos vueltas al circuito. Era también el lugar en el que discutía con su esposa y con sus mejores amigos los problemas comunes, en interminables ejercicios de peripatetismo. ¡Cuántos kilómetros había paseado ahí en círculo con Emma, Hooker, Lyell, Huxley y Wallace! El frío viento le rozó la cara e hizo que su pensamiento volase como una hoja caída del árbol.

FIGURA XII.2.*El paseo de arena en la casa de Down*.

Recordó a sus amigos. Hooker, después de la prematura muerte de su esposa Frances, la hija de John Henslow, se casó con una viuda y acababa de tener un hijo. Su trabajo al frente de los jardines de Kew era admirado y respetado por todos y ocupaba la posición más alta en la botánica, tanto en el país como en el extranjero. Huxley seguía activamente estimulando el progreso de la ciencia en Gran Bretaña e impulsando la creación de museos de ciencias y la difusión del conocimiento destinadas al público en general. Wallace, ya casado y con dos hijos, tenía serios problemas económicos

para mantenerse de lo que ganaba con sus publicaciones científicas, por lo que Charles, en compañía de otros amigos, gestionó que el gobierno británico le concediera una pensión vitalicia por sus servicios a la ciencia. En los últimos años, Wallace se había dedicado al espiritualismo y empezaba a desarrollar ideas peculiares contra las prácticas de la vacunación. Esto era algo que Charles no alcanzaba a comprender.

Con una sacudida de cabeza para deshacerse de los pensamientos que lo transportaban lejos de Down, Charles reinició sus pasos hacia la vereda de arena. Polly, que estaba echada en el suelo mientras su amo se detenía a divagar, empezó a trotar junto a él. Al llegar a la vereda Charles golpeó contra la arena sus zapatos que estaban saturados del rocío que cubría el césped. El crujir de la arena bajo sus pies lo reconfortaba siempre; sentía como si estuviera en íntimo contacto físico con la naturaleza.

Habría caminado unos 50 pasos cuando de pronto sintió como si una mano, desde el interior de su pecho, le apresara el cuello, ahogándolo. Charles separó las piernas apoyándose sobre su bastón para obtener mejor soporte. La presión ahora se extendía a todo el pecho. Abriendo la boca para aspirar profundamente, Charles se dio vuelta; no podía seguir adelante; tenía necesidad de volver a la casa y tenderse sobre el sofá. Polly, zarandeando la cola, daba vueltas entre sus piernas, como si tratara de ayudarlo guiándolo hacia la casa. Con paso trastabillante, Charles regresó a la sala de la casa y apenas tuvo fuerza para acercarse al sofá; casi había perdido el conocimiento antes de tenderse pesadamente en él.

Su nuevo médico, sir Andrew Clark, lo visitó la mañana siguiente después de recibir un alarmante aviso de Emma. Clark auscultó a Charles y simplemente recomendó que

siguiera el tratamiento que le había prescrito un par de meses antes. Las visitas de los colaboradores de Clark reanimaron un poco a Charles, quien en las dos siguientes semanas experimentó una notable mejoría. Pero su corazón no daba para más. Después de varias crisis que lo habían confinado a la cama, yacía casi inconsciente rodeado de su familia. Emma lo tomaba de la mano, con los ojos saturados de lágrimas que se agolpaban, sin escapar, pues no quería que él la viera llorar; asimismo lo acompañaba su hijo Francis, quien decidió no ejercer la carrera de médico que había estudiado pero que le sirvió como secretario y asistente en sus experimentos durante los últimos años de su vida. Estaban también a su lado sus hijas Elizabeth y Henrietta; esta última había viajado el día anterior desde Londres, donde vivía con su marido.

El 19 de abril, un miércoles, apenas cuando la primavera de 1882 empezaba a revivir con la caricia de su mano tibia la naturaleza latente de Down, Charles Darwin expiró. Volvía a la naturaleza cósmica, una naturaleza a la que, como nadie, había contribuido a entender. La familia Darwin deseaba que Charles fuera sepultado tranquilamente y sin mayores ceremonias en Down, junto a su querido hermano Ras y sus hijos Mary Eleanor y Charles Waring. John Lewis, el carpintero de Down, había ya construido un ataúd que, de acuerdo con las instrucciones de Charles, debería ser de madera burda, sin pulir, ni cepillar o barnizar. No obstante, las amistades y conocidos de la familia, encabezados por su vecino de Down, John Lubbock, hicieron la petición de que el cuerpo de Charles fuera sepultado en la abadía de Westminster, que era el más grande honor para un británico. La petición fue aprobada por el abad, quien se encontraba de viaje, y así, el 29 de abril de 1882, una semana después de la muerte de Darwin, se inició una solemnísima ceremonia, como todas las que ocurrían en la abadía. El organista

principal de Westminster compuso para la ocasión un himno funerario inspirado en versículos del Libro de los Proverbios, que se iniciaba en la forma siguiente: «Feliz es el hombre que encuentra la sabiduría y hace que se entienda…». A la ceremonia asistieron personalidades del mundo intelectual y diplomático; el cuerpo de Charles fue llevado hasta su última morada, entre otros, por sus amigos más cercanos: Hooker, Huxley y Wallace. Ahí ocupó un lugar al lado de la tumba de otro genio revolucionador del pensamiento humano: Isaac Newton.

Al salir de la abadía, acompañado de su joven esposa, sir Joseph Hooker volvió la cabeza hacia la monumental entrada del edificio y recordó un párrafo de una carta que Darwin le había mandado pocos años antes de su muerte y que constituía la expresión del más puro espíritu de Charles Darwin, su maestro:

> Si hubiera podido vivir 20 años más y fuera capaz de trabajar, ¡cómo habría de modificar *El origen* y los puntos de vista contenidos en él! Bien, al menos es un principio, y eso ya es algo…

XIII. En síntesis

Para los estándares de una idea revolucionaria de la ciencia, la teoría de la evolución por medio de la selección natural, en la forma en que la propuso Darwin, es en verdad de una sencillez asombrosa. Tanto así que el mismo Thomas Huxley, cuando conoció los postulados de su maestro, exclamó: «Qué estupidez no haber pensado en ello antes». También a diferencia de otras grandes revoluciones del pensamiento científico, las ideas evolutivas de Darwin tuvieron una penetración sorprendente en el gran público desde el momento en que salieron a la luz, en contraste muy marcado con la obra de otros grandes pensadores. Por ejemplo, requirió mucho tiempo, aun para la misma comunidad científica, compenetrarse con las ideas de Newton expuestas en sus *Principia mathematica,* obra que desde luego es bastante inaccesible al público no especializado.

Lo anterior no quiere decir que la proposición de la selección natural como fuerza motriz de la evolución, una vez conformada, no tuviera problemas teóricos; ya vimos en los capítulos anteriores que el mismo Darwin se preocupó por dar atención a algunas de las limitaciones más obvias de su teoría, especialmente aquellas impuestas por la carencia en ese tiempo de información o de marcos conceptuales adecuados, como el de los mecanismos de la herencia. Estas limitaciones han generado una controversia periódica entre los biólogos, incluso después de la conjugación de la teoría genética con el pensamiento evolutivo de Darwin. Para

ayudar al lector a sintetizar las ideas expuestas en los capítulos precedentes, en éste presentaré una glosa de las premisas centrales del pensamiento darwiniano. Haré una breve descripción del desarrollo del neodarwinismo como resultado de la conjugación de las ideas originales sobre selección natural con la teoría genética, así como de algunas de las ideas complementarias o alternas a las originales de Darwin. Finalmente, me referiré a algunos aspectos de índole filosófica acerca de la teoría de la evolución.

Los pilares de la selección natural

Darwin se basó en cuatro elementos centrales que son, en forma bastante coincidente, el resultado de la influencia de las musas a las que me he referido en este libro. Como ya también lo mencioné, esos elementos no tuvieron una secuencia especial, ni creo que uno de ellos tenga notablemente más peso que los otros. El orden en el que me referiré a ellos es el que me parece que puede haber ocurrido cronológicamente en el desarrollo de las ideas de Darwin.

1. La variabilidad individual y su potencialidad. Todos los miembros de una especie difieren entre sí. Aunque no las podamos detectar fácilmente en muchas especies, las diferencias entre los individuos son tan marcadas como las que podemos reconocer de inmediato entre los integrantes de la especie humana. Esas diferencias individuales, como también ocurre en el hombre, no solamente se refieren a características morfológicas, sino también a aspectos fisiológicos y de comportamiento. Sin embargo, esa variabilidad morfológica, fisiológica y de comportamiento

puede tener otro origen. Una fuente de variabilidad es intrínseca al individuo, es decir, tiene origen genético y por lo tanto puede transmitirse a los descendientes. Otra fuente es la influencia de los factores del medio, tales como la temperatura, las características del alimento, la educación en el caso del hombre, etc.; esta variabilidad de origen ambiental no es heredable.

Aunque estas dos fuentes de determinación de los atributos de los individuos están bien establecidas, determinar *en qué proporción* son causantes de las características de los individuos ha sido uno de los problemas más añejos y difíciles de resolver en la biología. La heredabilidad de un atributo requiere que se conozca la variabilidad total del mismo en toda la especie para determinar, por medio de laboriosos experimentos de cruzamiento y por observación, qué tanto de dicha variabilidad es heredada y qué tanto está causada por el ambiente. Lo anterior es menos difícil cuando se trata de atributos o características sencillos, como los que Mendel observó en los chícharos (con los que definió sus leyes de la herencia), o como las características de los grupos sanguíneos humanos. El problema se torna en extremo difícil cuando se intenta establecer en qué proporción la herencia o el ambiente determinan características mucho más complejas, como la capacidad reproductora de los individuos de una especie o la inteligencia en el hombre.

Es necesario aclarar que, además de la variabilidad individual, se pueden distinguir dos categorías más de variación dentro de una especie: la variación geográfica y el polimorfismo. La primera implica cambios mucho más notables que las sutiles diferencias entre individuos de una población y ocurre por lo general entre individuos de la misma especie pertenecientes a regiones geográficas diferentes. Un ejemplo bien conocido de dicha variabilidad

son las diferencias entre razas humanas típicas de diferentes regiones del planeta, que aún podemos reconocer a pesar de la considerable mezcla racial que existe en la actualidad. A diferencia de la variabilidad entre los individuos de una población, la cual ocurre preponderantemente al azar, la variabilidad geográfica tiene por lo general valores de tipo adaptativo, ya sea al clima o a otros factores ambientales. Usando de nuevo el ejemplo de las razas humanas, la pigmentación de la piel en las razas africanas es una protección contra el exceso de radiación solar de las latitudes ecuatoriales, mientras que en latitudes más al norte la menor incidencia de radiación solar favorece la posesión de pieles mucho menos pigmentadas, las cuales dejan pasar más radiación ultravioleta, que es en buena parte causante de la fijación de la vitamina D. Desde luego, esta variabilidad geográfica ocurre en todas las especies, animales o plantas, que tienen una distribución geográfica lo suficientemente amplia como para que en ellas se presenten variaciones ambientales.

FIGURA XIII.1. *Caricatura de Owen y Huxley.*

Cuadro xiii.1. *Frecuencia de los grupos sanguíneos* o, a, b *y* ab *en diferentes razas (en orden creciente del grupo* b*)*

Raza o estirpe	*Total examinado*	*Frecuencia de grupos sanguíneos (%)* o	a	b	ab
Australiana	603	54.3	40.9	3.8	1.0
Holandesa	14 483	46.3	42.1	8.5	3.1
Inglesa (del sur)	3 449	43.5	44.7	8.6	3.2
Judía holandesa	705	42.8	39.4	13.4	4.5
Judía rusa	1 475	36.6	41.7	15.5	6.1
Bosquimana	336	83.0	–	17.0	–
Húngara	1 041	29.9	45.2	17.0	7.9
Árabe	2 917	44.0	33.0	17.7	4.1
Japonesa	24 672	31.1	36.7	22.7	9.5
Rusa	57 122	32.9	35.6	23.2	8.1
Negra (Congo)	500	45.6	22.2	24.2	8.0
China (Cantón)	500	45.5	22.6	25.0	6.1
Gitana húngara	925	28.5	26.6	35.3	9.6
Hindú	2 357	30.2	24.5	37.2	8.1

Fuente: W. H. Dowdeswell, *The Mechanism of Evolution,* Londres, Heinemann, 1975.

El polimorfismo es un fenómeno que ocurre en una misma área y, como su nombre lo denota, se refiere a la existencia de varias formas de la misma especie en el mismo lugar. Esta variación puede expresarse en características morfológicas externas muy notorias como la coloración o el tamaño del cuerpo, o bien en características detectables sólo por medios indirectos. Entre el primer grupo podemos citar las grandes diferencias que existen entre los machos y las hembras de muchos animales (aves o insectos, por ejemplo) o bien entre las hembras de muchas especies de mariposas, como es el caso de las hembras de la mariposa monarca, *Danaus plexippus*; este marcado polimorfismo de las hembras de los lepidópteros ha sido seleccionado como un mecanismo de

protección contra la depredación por aves, ya que al copiar varios modelos de mariposas de sabor desagradable pueden engañar más fácilmente a sus depredadores y por lo tanto tienen mayores probabilidades de sobrevivir. Un ejemplo de polimorfismo oculto muy bien conocido por nosotros es el caso de los tipos sanguíneos presentes en nuestra especie, los cuales solamente pueden reconocerse por medio de una prueba química en la sangre. Cada uno de nosotros pertenece a uno de los cuatro tipos básicos existentes (A, B, AB y O) y no se presentan casos intermedios.

Los anteriores son ejemplos de las muchas variantes que ocurren en la naturaleza. No obstante, la variabilidad que primeramente llamó la atención de Darwin fue la que se expresa como resultado de la acción del hombre en el proceso de domesticación de animales y plantas. Pero probablemente lo que le impresionó más fue el enorme potencial que dicha variabilidad tenía para expresarse como resultado del proceso selectivo del hombre. Darwin tuvo amplia oportunidad para observar y estudiar tanto la variación resultante del proceso de domesticación como la que encontró en la naturaleza durante su viaje alrededor del mundo, en especial en las islas Galápagos.

2. La transmisión a la progenie de las características variables. La variabilidad observada entre los individuos puede tener causas exógenas (el ambiente) o endógenas (las características genéticas). Darwin no tenía conocimiento de la forma en que la variabilidad heredada era transmitida a los descendientes, aunque le era evidente que si las características favorables de los padres, seleccionadas por el ambiente, no eran transmitidas a sus descendientes, no habría forma de que ocurrieran cambios en los atributos de la población y por lo tanto no ocurriría una transformación, o evolución, en las especies. La selección bajo la influencia de la domesticación lo

había convencido (correctamente) de ello; sólo que ignoraba el mecanismo por el que operaba la herencia. El problema le interesaba de manera especial e incluso, como ya vimos, llegó a proponer, en forma errónea, mecanismos por los cuales lo que ahora llamamos la información genética podría ser transmitida de padres a hijos. Los mecanismos de la herencia no fueron conocidos en forma cabal hasta el redescubrimiento de la obra de Gregor J. Mendel a principios del siglo XX y, como veremos un poco más adelante, han sido esenciales no sólo para explicar muchos aspectos que Darwin no pudo entender por falta de información, sino también para propiciar un avance en el pensamiento darwiniano.

3. Las especies dejan más progenie de la que es posible que sobreviva. Como resultado de la capacidad potencial de crecimiento exponencial de las especies, éstas generan un número muy superior de individuos de los que normalmente podrían sobrevivir y establecerse. Por ejemplo, los abetos de un bosque requieren que una sola plántula logre establecerse para reponer cada uno de los individuos presentes; sin embargo, cada árbol de abeto puede producir cada año decenas de miles de semillas, de las cuales es probable que no llegue a establecerse como plántula una sola. ¿Por qué este aparente desperdicio de energía y de recursos? En realidad no se trata de un desperdicio, sino de un mecanismo de seguridad por parte de los organismos ante lo imprevisible y variable de los factores ambientales causantes de la mortalidad de la progenie. Las causas de selección natural han favorecido los comportamientos de los individuos que dejan progenies muy elevadas, con objeto de que se incrementen las probabilidades de que al menos algunos vástagos puedan sobrevivir al conjunto de las causas de mortalidad. Aquellos genotipos que no tienen ese comportamiento no llegan a

dejar la suficiente progenie para que al menos algún vástago sobreviva, por lo que tienden a desaparecer de la población.

Cuando visitamos un bosque apreciamos un número determinado de árboles de cada especie, de plantas herbáceas, de aves, de insectos, etc. Ninguno de estos organismos se presenta en una sobreabundancia tal que desplace a los demás componentes de la comunidad. Las poblaciones de cada especie se encuentran normalmente en estado de equilibrio, es decir, su densidad no oscila sensiblemente de un año al siguiente. Este equilibrio poblacional es alcanzado mediante la mortalidad de un elevadísimo número de individuos, en especial en formas de edad muy temprana, como semillas, plántulas, huevecillos, estados larvarios tempranos, etc. Los factores causantes de esa regulación del tamaño varían en cada especie y por lo general actúan de forma diferente.

4. La lucha por la existencia. Si en una comunidad se presenta un número de individuos que excede los recursos disponibles para sobrevivir, forzosamente ocurrirá la mortalidad, que por lo general es proporcional al exceso de individuos. Recordemos que los recursos necesarios para la sobrevivencia de un individuo son diversos y pueden constituir componentes tanto físicos como biológicos del ambiente. Estos recursos son variados en extremo: agua en el suelo para las plantas, nutrientes, luz, presas para los depredadores, espacio físico para llevar a cabo el cortejo, parejas para aparearse, sitios para anidar, etc. Cuando los recursos no se encuentran en suficiente disponibilidad, un individuo tiene que competir por ellos con otros individuos, ya sean de la misma o de diferentes especies. La lucha por la existencia, por lo general mediante la competición por recursos insuficientes, tiene como resultado dos elementos vitales que determinan la mayor o menor adecuación de un individuo a un ambiente determinado: la sobrevivencia y la

capacidad de dejar más descendencia, de los cuales este último es más directamente relevante. Aparte de la competición por recursos, los esfuerzos para escapar del efecto de los depredadores son otra forma de lucha por la existencia.

No es fácil apreciar la extensión de la lucha por la existencia si no se advierte que las especies tienen una capacidad potencial de crecimiento exponencial. Este punto no le fue claro a Darwin hasta que leyó a Malthus, a fines de septiembre de 1838, y se percató de la capacidad de crecimiento numérico de las especies y de la disparidad de los recursos disponibles para ellos. El hecho de que este elemento también haya inspirado a Wallace para que, paralela e independientemente de Darwin, concibiese la selección natural como el mecanismo causante de la evolución, subraya la enorme importancia de la idea central de la doctrina malthusiana: el potencial de crecimiento exponencial de las especies.

En consecuencia…

Los cuatro elementos centrales de la teoría de la evolución se concatenan fácilmente para hacer de la selección natural el mecanismo más importante de ese proceso de cambio en las especies. *Todas las especies dejan más progenie que la necesaria para reproducirse*, pero ninguna alcanza a «inundar» la Tierra debido a que *los recursos no son suficientes para todos los individuos* y a que existen competidores y depredadores, por lo que solamente algunos individuos alcanzan la madurez y se reproducen. Los factores de mortalidad que regulan el tamaño de las poblaciones no

actúan en forma indiscriminada. *Debido a que todos los individuos son diferentes*, su susceptibilidad a los distintos componentes de la lucha por la existencia también lo es, por lo que *algunos individuos tienen mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse que otros.* En otras palabras, ante la variabilidad individual, el efecto de la lucha por la existencia sobre las probabilidades de sobrevivencia y reproducción de los organismos no es al azar, sino selectivo. *Los individuos mejor adaptados al ambiente en el que viven serán los que tengan mayor probabilidad de sobrevivir y generar más progenie. Si las diferencias que distinguen a los individuos mejor adaptados son heredables*, entonces es posible que las características que favorecen las probabilidades de sobrevivencia y reproducción de un individuo sean heredadas a su progenie, la cual poseerá las mismas ventajas adaptativas que sus padres. Los individuos que tienen bajas probabilidades de sobrevivencia o de reproducción dejarán poca o nula progenie. En consecuencia, en el transcurso de numerosas generaciones y si las condiciones ambientales se mantienen constantes, *la proporción de individuos bien adaptados tenderá a aumentar, así como la probabilidad de que la progenie entre ellos provenga en forma creciente de la cruza entre padres cada vez mejor adaptados. El mecanismo al que se deben estos cambios* en las características de una población *es la selección natural y su resultado es la evolución orgánica*.

La lectura continuada de las frases en cursivas del párrafo anterior representa una síntesis de los elementos fundamentales de la evolución por medio de la selección natural, tal como los propuso Darwin.

El ambiente físico y biótico en el que viven los organismos es esencialmente variable, no sólo de un lugar a otro sino también en el tiempo. Las características que hacen a un individuo adaptado a determinadas condiciones ambientales pueden resultar inadecuadas ante condiciones diferentes. Las escalas temporal y espacial de esta variabilidad ambiental son enormes. Regiones del territorio de nuestro país, como la mayor parte de la Sierra Madre Oriental de México (figura XIII.3), estuvieron cubiertas por el mar en periodos tan «recientes» como hace unos 120 millones de años o menos; la porción superior de la península de Yucatán al norte de Mérida estaba sumergida hace no más de unos cuantos millones de años. Durante la última glaciación, hace unos 40 000 años, la temperatura media anual del valle de México era de 4 a 5.5 °C más baja que la actual, de manera que se hubiera podido esquiar regularmente todos los inviernos en las montañas aledañas al Distrito Federal. La contaminación atmosférica de la Ciudad de México ha modificado tan profundamente las condiciones de los bosques situados alrededor del Ajusco, que algunas especies de plantas se han reducido en número y otras incrementado. Las heladas de un invierno más intenso que otro matan a ciertas plantas de la misma especie en un jardín y no a otras. De igual manera, la escala de variación espacial es enorme, desde la evidente y conocida comprobación de que el clima de Tapachula es muy diferente al de Mexicali, hasta la de las distintas tasas de crecimiento de dos plantas situadas en diferentes partes de un pequeño jardín. Llevando esta idea a un extremo, no hay en la naturaleza dos «trozos» de ambiente que sean idénticos. Como consecuencia de esta variabilidad ambiental, ninguna

especie presenta una distribución homogénea en este planeta; todas tienen una distribución que podemos calificar de «agregada», es decir, de mayor concentración en ciertas áreas y escasa o nula en otras. Incluso la especie humana, quizá la más ampliamente distribuida de todas gracias a su ingenio tecnológico, sigue ese patrón agregado de distribución, con altas concentraciones en ciertas áreas y escasa o nula población en otras, como en el Ártico, las grandes zonas desérticas, etcétera.

FIGURA XIII.2. *Jirafas, dibujo de 1885.*

FIGURA XIII.3. *Sierra Madre Oriental de México.*

Como consecuencia de lo anterior, también podemos afirmar que no existe «el individuo mejor adaptado» o «las características o atributos más adecuados». El ambiente físico y biológico en el que viven las especies está en constante cambio; a veces este cambio es errático y sin tendencia aparente, como puede ocurrir en especial en las pequeñas escalas temporales y espaciales. A veces el cambio ambiental presenta una tendencia, como ocurre en las grandes escalas temporales y espaciales; ejemplo de esto último son los procesos que llevan hacia una época de glaciación o a la emersión de masas continentales. La variabilidad temporal o espacial del ambiente establece «reglas del juego» que determinan diferentes elementos de selección o diferentes intensidades de dichos elementos. Esto causa que los individuos que bajo ciertas condiciones eran favorablemente seleccionados por tener mayor sobrevivencia o tasa de

reproducción sean, en una nueva condición ambiental, sobrepasados por otros mejor adaptados a esta última. La variabilidad ambiental es la causa más importante de la conservación de la variabilidad y diversidad biológicas de los organismos. Pero como esa variabilidad ambiental es aleatoria, sus efectos selectivos sobre el contingente genético de una población, que también está constituido aleatoriamente, no tienen un destino o un designio prefijado. Ni la selección natural ni, en consecuencia, el proceso de evolución orgánica tienen una meta o un propósito final. Se trata de un proceso abierto y constante en el que si existiera alguna «meta» para las especies sería la de permanecer por el mayor tiempo posible en dicho proceso.

En este contexto, la influencia del pensamiento lyelliano y la información geológica y paleontológica reforzaron el conjunto de los principios de la teoría de la selección natural. Los fósiles, a pesar de la imperfección de su registro, eran una prueba de las proposiciones de Darwin. Pero para que los sutiles cambios que Darwin proponía como la base de la transmutación de las especies se fueran acumulando en cantidad suficiente para producir organismos marcadamente diferentes, se requería una dimensión temporal enorme en la que el proceso de la evolución orgánica se hubiera desarrollado. Ya sabemos que Darwin hizo cálculos al respecto, pero sus cifras de unos 400 millones de años, aun siendo mayores que los cálculos disponibles en su tiempo, resultaban insuficientes. Las técnicas de fechado de rocas y fósiles con que se cuenta desde hace unos 50 años han permitido no solamente tener una idea más precisa de la dimensión de la historia terrestre, cuyo origen se remonta a por lo menos 5000 millones de años, sino también ubicar con mayor precisión las diferentes épocas y estratos geológicos y

comprender mejor las relaciones y líneas de evolución de los diferentes organismos presentes en dichos estratos.

Lo que Darwin ignoraba

Aunque Darwin sabía que debería existir un mecanismo para que las características de los padres se transmitieran a su progenie, desconocía por completo el mecanismo de esa transmisión. En *El origen de las especies* menciona en forma terminante: «Las leyes que gobiernan la herencia son del todo desconocidas». Su íntimo contacto con las prácticas de los criadores de ganado o con los horticultores que producían nuevas variedades de plantas ornamentales no le había dado la clave del mecanismo. La razón era muy sencilla: nunca llegó a fijar su atención en una sola característica morfológica, sino en una complejidad de cambios en el organismo. Esto fue precisamente lo que Mendel hizo en sus estudios con los chícharos. Escogió características individuales que diferían unas de otras en forma inequívoca y que además tenían la peculiaridad de no expresarse en forma graduada, es decir, la característica sólo estaba presente o ausente. Así, a partir de la más sencilla de las formas posibles, pudo aplicar un análisis matemático cuidadoso que le permitió registrar y analizar los resultados de sus experimentos de cruzamiento con todo rigor y método. Las características que estudió fueron la talla de las plantas (altas o cortas), el color de la flor (blancas o púrpuras), el color de la vaina (amarillas o verdes) y la forma de la semilla (lisas o arrugadas). Una razón más de por qué escogió variedades de chícharo es que estas plantas se reproducen en condiciones naturales por autofertilización, lo que mantiene las variedades puras, pero disponibles para ser

cruzadas experimentalmente, obteniéndose progenie fértil. Escogió, por ejemplo, una variedad pura que produce plantas altas y la cruzó con otra variedad pura que da plantas enanas. Todas las plantas resultantes de esta cruza fueron del tipo alto, sin tipos intermedios. Esto último convenció a Mendel de que la altura de la planta era transmitida por una unidad indivisible. Aunque no se lo pudo explicar al principio, el factor de planta alta era *dominante* en la primera generación y bloqueaba la expresión del factor alternativo, al que llamó *recesivo*. Ahora nosotros llamamos a esos factores *genes*. Mendel había previsto que al crecer la segunda generación de semillas provenientes de la autofertilización de los tipos altos, una cuarta parte de las plantas resultantes sería del tipo enano y el resto de talla alta, es decir, había una relación de 3:1 entre plantas altas y enanas.

De sus resultados, Mendel postuló que el factor enano recesivo de las plantas se había mantenido oculto con el factor alto, pero cuando se volvía a cruzar con otro factor recesivo se expresaba abiertamente dando origen a plantas enanas. Mendel repitió estas observaciones con todas las demás características morfológicas que mencionamos anteriormente y encontró para cada una de ellas los mismos resultados en la proporción de los factores. Estos resultados destruyeron la idea de que la herencia ocurría por una serie de mezclas o diluciones, como el mismo Darwin llegó a proponer. Pero, más importante aún, sus resultados con los factores recesivos y dominantes lo llevaron a la conclusión de que la apariencia externa de un individuo no es reflejo fiel e inequívoco de su estructura genética. Esa apariencia, además de poseer características genéticas no evidentes, es también modificada por el ambiente. A esta apariencia la llamamos ahora *fenotipo*, en contraste con la estructura genética del individuo o *genotipo*.

Mendel realizó otros experimentos más complicados en los que utilizó dos pares de factores; por ejemplo, semillas amarillas y arrugadas con semillas verdes y lisas. Encontró que las características de color y forma de las semillas se heredaban independientemente, es decir, estaban controladas por factores independientes.

Incontables experimentos de otros tantos genetistas han confirmado los resultados de Mendel y han demostrado que sus leyes son aplicables a todos los organismos que se reproducen sexualmente. Sin embargo, no todas las características se comportan en la forma simple de caracteres dominantes y recesivos. Existe un amplio conjunto de características determinadas por otros muchos factores mendelianos (o genes) y que tienen efectos aditivos. Además, esos factores pueden estar agregados en grupos de encadenamiento, lo cual dificulta la interpretación de estos fenómenos por medio de las relativamente sencillas leyes mendelianas. Pero nada de esto era accesible a Mendel, ya que dichos adelantos y descubrimientos han ocurrido con el advenimiento de la microscopía de gran poder, que permitió descubrir primero los cromosomas y luego otras estructuras celulares más pequeñas, así como de otras técnicas de tipo bioquímico desarrolladas en tiempos mucho más recientes que han permitido el descubrimiento de las bases mismas de la transmisión de la información genética: la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN). Cada porción de ADN contiene instrucciones para la síntesis de una proteína específica. La interacción de todas estas proteínas específicas es la que produce, en conjunto, las características estructurales y funcionales de un individuo en sus diferentes etapas de desarrollo.

Todos los organismos presentes en la Tierra somos producto de la evolución por medio de la selección natural. Las plantas cultivadas y los animales domesticados son, además, producto de la selección bajo la influencia de la domesticación. No obstante, los ejemplos que describen en detalle cómo ocurre el proceso de selección natural no son muchos. La razón es que resulta en extremo difícil documentar apropiadamente los intrincados procesos de selección sobre los individuos de una especie en condiciones naturales, especialmente si ésta es una especie longeva. Además, existe el problema, ya antes mencionado, de determinar con un buen grado de certeza la proporción en que las condiciones ambientales o la herencia determinan las características de los individuos que definen su capacidad de sobrevivencia o de reproducción.

Existen algunos ejemplos muy conocidos y razonablemente bien documentados, como los que referiré en seguida, que ilustran los resultados de la selección natural. Que éstos sean los que más frecuentemente se mencionan no significa que no haya otros, sino que constituyen los que se han podido documentar más fácilmente. Existen muchos más ejemplos registrados en la literatura especializada, quizá no tan claramente documentados pero tanto o más impresionantes para ilustrar los efectos de la selección natural sobre los organismos.

1. El caso de las polillas desaparecidas. Cuando consideramos la acción de los contaminantes del ambiente pensamos en efectos directos sobre los organismos, como envenenamiento, daños físicos, etc. Existen, sin embargo, otros efectos de tipo indirecto que influyen en la

sobrevivencia de las especies que habitan un ambiente contaminado. Tal es el caso del fenómeno conocido como el «melanismo industrial» y que está bien ilustrado con el ejemplo de la polilla *Biston betularia* (figura XIII.4), que vive en una amplia extensión de Gran Bretaña. La polilla, de hábitos nocturnos como la gran mayoría de estos lepidópteros, descansa de día posada sobre la corteza de los árboles. Dado que en la mayoría de los individuos el patrón de coloración de sus alas es de fondo blanco con motas parduscas, las polillas se confunden excelentemente con los líquenes, que crecen adheridos a la corteza de los árboles, ya que éstos tienen el mismo color y textura que sus alas. Sin embargo, en la polilla también existen formas mutantes melánicas, es decir, individuos cuyo color de alas es mucho más oscuro y que por lo tanto no sólo no pueden confundirse con el fondo blanquecino de los líquenes, sino que destacan notablemente en el mismo. Estas polillas constituyen el alimento de varias especies de aves, que al cazar de día las detectan posadas en la corteza de los árboles. Aunque las aves se alimentan de palomillas de ambos colores, las mutantes melánicas están menos adaptadas al ambiente de cortezas claras ya que son siempre más fáciles de detectar que las normales de color claro, por lo que su probabilidad de sobrevivencia es mucho menor que la de las normales; en consecuencia, estas últimas logran llegar a la madurez y a cruzarse, muy probablemente, con machos de color normal, dejando progenie fundamentalmente no melánica y siendo por lo tanto dominantes en abundancia. Las formas melánicas, más depredadas, no llegan a desaparecer porque las aves no son tan buenas cazadoras como para eliminarlas del todo y porque, además, las mutaciones melánicas parecen ocurrir en forma recurrente.

FIGURA XIII.4. *Efecto de camuflaje de la forma típica (clara) y la melánica (oscura) en árboles limpios y con líquenes (izquierda), y ennegrecidos por el hollín y sin líquenes. En cada árbol están las dos formas de* Biston betularia.

El ambiente en que viven las referidas polillas se vio bruscamente modificado con el advenimiento de la Revolución industrial por el uso masivo de carbón para alimentar las grandes calderas generadoras del vapor que impulsaba la industria inglesa de fines del siglo XVIII y gran parte del XIX. El hollín producido al quemar carbón de mala calidad en las fábricas, especialmente del noroeste de Inglaterra, era transportado por el viento y empezó a depositarse en todos lados: edificios, casas, praderas, árboles, ennegreciendo sus superficies. Así, los líquenes que cubrían la corteza de los árboles también se cubrieron de hollín y murieron en su mayoría, dado que son organismos muy delicados que no resisten sustancias contaminantes. Por lo tanto, la corteza de los árboles, de color claro en el pasado, empezó a oscurecerse tanto por la desaparición de los líquenes como por la deposición del hollín. A mediados del siglo XVIII las formas claras dominaban a las melánicas en una

proporción de 99 %. Hacia el final del mismo siglo la situación había cambiado drásticamente: sólo 1 o 2 % de la población era de formas blancas; las melánicas se habían vuelto claramente dominantes. ¿Qué fue lo que causó este profundo cambio en las características de esta especie de polilla en el transcurso de menos de 50 años?

Al oscurecerse la corteza de los árboles, las formas claras empezaron a ser mucho más notorias y fácilmente detectables por sus depredadores, mientras que las formas mutantes melánicas eran capaces de confundirse cada vez mejor en ese nuevo ambiente contaminado por el hollín, con lo que aumentaba su probabilidad de escapar de la depredación de las aves.

Con la introducción de la energía eléctrica para remplazar al vapor y la imposición de una reglamentación rígida para usar combustibles menos contaminantes, los bosques del noroeste de Inglaterra empezaron a descontaminarse, la corteza de los árboles comenzó lentamente a ser cubierta de nueva cuenta por los mismos líquenes blanquecinos y la situación se asemejó poco a poco a la de la época preindustrial. Las polillas respondieron a este cambio ambiental con un incremento del porcentaje de formas claras. Este ejemplo de selección natural en el caso del melanismo industrial no es exclusivo de la *Biston betularia*. También se ha observado en numerosas especies de otros insectos en la misma zona y en otras de Europa. El melanismo industrial, aparte de constituir un claro ejemplo del efecto del ambiente para producir una *selección direccional* sobre el contingente genético de una especie (figura XIII.5), indica que la tasa de selección en cierto tipo de mutaciones, como la melánica, puede ser muy alta, ya que hay una respuesta muy sensible a los cambios del ambiente y por lo tanto la velocidad de cambio es grande.

2. El caso de los anémicos saludables. La anemia es una enfermedad caracterizada por la reducción de glóbulos rojos en el torrente sanguíneo; dependiendo de su gravedad, puede ser mortal, y tiene diversos orígenes: mal funcionamiento de la médula ósea, que produce los glóbulos rojos o eritrocitos; deficiencias de minerales (hierro principalmente) y vitaminas (B12), o enfermedades hereditarias. Entre éstas se encuentra la anemia falciforme, llamada así porque los glóbulos rojos de las personas afectadas, en lugar de ser circulares y gruesos (como si fueran pastillas de menta), tienen forma ahusada y están aplastados (figura XIII.6). Esta deformación produce una considerable reducción de su volumen, lo cual a su vez disminuye el contenido de hemoglobina y, en consecuencia, su capacidad de acarrear oxígeno, su principal función. La anemia falciforme es producida por un mutante de la hemoglobina conocido como hemoglobina *S* (H*S*) y por lo general resulta fatal; los individuos mueren casi siempre antes de llegar a la adolescencia. Las personas que sufren esta severa enfermedad son las que han recibido la mutación por parte de ambos progenitores, es decir, son homocigotos (H*S*-H*S*) para esa característica. Existen también muchas personas que sufren parcialmente de esta enfermedad puesto que son heterocigotos (H*N*-H*S*), ya que sólo uno de sus progenitores era portador de esta mutación. Una persona heterocigótica tiene menos hemoglobina por volumen de sangre que una normal y por lo tanto puede sufrir debilidad y anemia, lo cual deteriora su salud. Por su carácter aparentemente no adaptativo, la anemia falciforme debería haber desaparecido hace mucho. Sin embargo, es muy común entre los habitantes del África central y occidental, del Medio Oriente y de partes de India, aunque también se presenta en otras regiones, fundamentalmente debido a la migración de grupos de estas zonas en tiempos del tráfico de esclavos. Hay lugares en

África en los que cerca de la mitad de la población es heterocigota en relación con el gen de la anemia falciforme. ¿A qué se debe esto?

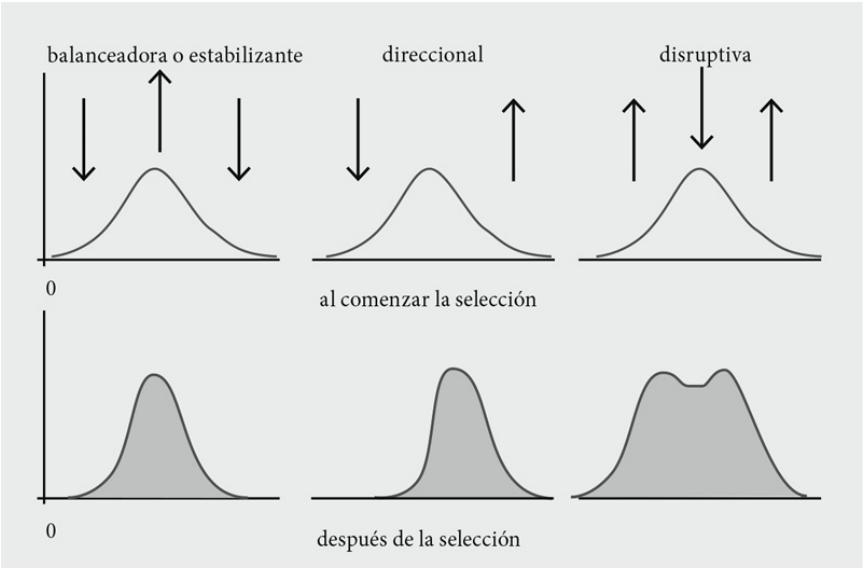


FIGURA XIII.5. *Efecto de los tres principales tipos de selección sobre una especie imaginaria. Supóngase que se trata de un ave y que el eje horizontal describe tamaños de picos, de pequeños a la izquierda a grandes a la derecha, y el eje vertical el tamaño de la población. Las flechas hacia arriba significan los fenotipos (en este caso, el tamaño de los picos) favorecidos por la selección natural, y hacia abajo los desfavorecidos. La selección modifica el rango de tamaño de picos, como se indica en las curvas inferiores.*

La distribución de las altas incidencias de anemia falciforme coincide con áreas de incidencia de la malaria falciparum, la forma más severa y con frecuencia mortal de esta infección causada por el *Plasmodium falciparum*, un protozoario parásito de los glóbulos rojos del hombre. Las personas con hemoglobina normal (H*N*-H*N*) son muy susceptibles a la malaria y con frecuencia sucumben a esta enfermedad, mientras que los portadores del gen mutante en forma homocigota (H*S*-H*S*) son muy resistentes a la infección del parásito, ya que los eritrocitos deformados y de poco volumen no permiten el desarrollo adecuado del mismo en su

interior, por lo que la infección nunca ocurre. Sin embargo, la anemia es tan severa en estos individuos que nunca llegan a vivir muchos años. Por otro lado, los heterocigotos (H*N*-H*S*), en los que sólo una proporción de sus eritrocitos son falciformes, presentan resistencia a la infección por parte del plasmodio de la malaria y son lo suficientemente robustos para no sufrir severamente los efectos de la anemia. La selección natural ha causado en este ejemplo un caso de *selección balanceadora* o *estabilizante* (figura XIII.5), en el que un gen mutante que es letal en los homocigotos se conserva en los heterocigotos que han adquirido una adaptación favorable a las condiciones de su medio, que incluye el alto riesgo de contraer la malaria falciparum.

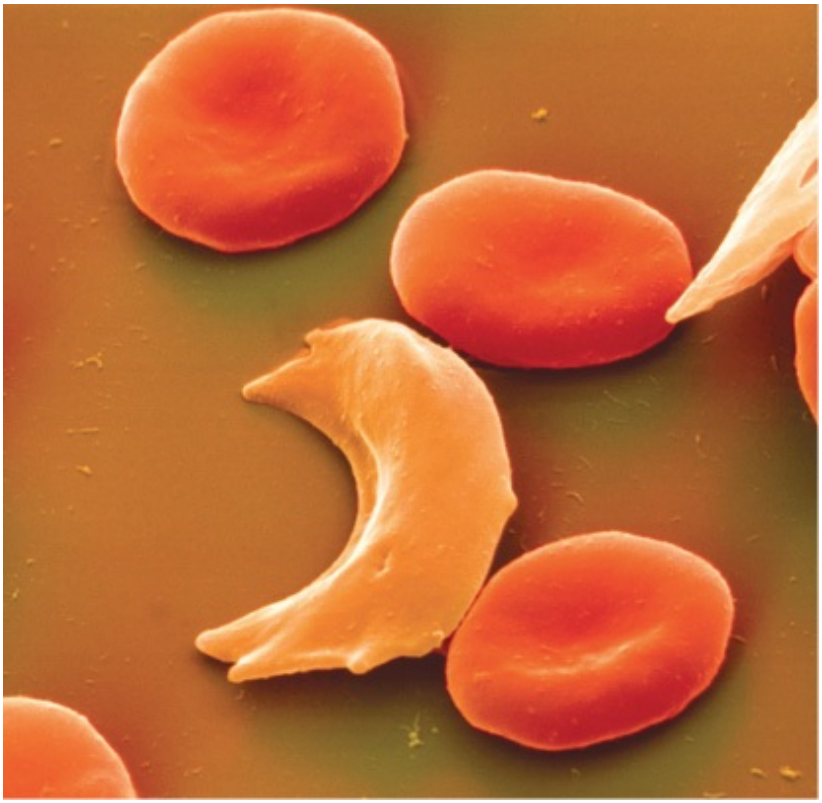


FIGURA XIII.6. *Contraste entre glóbulos rojos normales en forma de disco y glóbulos falciformes en la sangre de una persona que padece anemia falciforme.*

3. El caso de las moscas con ojos multicolores. Acaso no exista otro organismo mejor estudiado que esas pequeñas moscas que vuelan alrededor de los plátanos y de otras frutas en fermentación y que pertenecen al género *Drosophila*, ni área de la biología (excepto la medicina) que se haya desarrollado tanto sobre la base del conocimiento de un solo organismo (las moscas de la fruta) como la genética. Desde los inicios de esta ciencia se han llevado a cabo numerosos estudios sobre las mutaciones encontradas en el color de los ojos de las moscas de la fruta, los que por lo general son rojo oscuro. Se ha encontrado una amplia gama de colores que van del guinda al blanco, pasando por el bermellón y el rosado. Estos colores, que son el resultado de mutaciones, no son frecuentes en la naturaleza, lo cual se ha interpretado como que las mutaciones que los producen no tienen el mismo valor adaptativo de la característica normal de ojos rojos oscuros. La suposición se ha confirmado en diversos experimentos y observaciones en el laboratorio. Cuando los mutantes del color de ojos se cruzan en poblaciones controladas con los individuos de color de ojos normal, acaban por ser remplazados por las características de color normal en unas cuantas generaciones, incluso a pesar de que numéricamente pudieran ser más abundantes al inicio del experimento (figura XIII.7). Los mutantes disminuyen en número debido a que sus machos tienen apenas 50 % de la capacidad para cruzarse que los machos normales. Este caso es muy interesante puesto que demuestra la rapidez con que puede ocurrir la evolución cuando las características confrontan un grado moderado de *selección direccional*.

La *selección disruptiva* está poco estudiada y documentada; es el resultado de la actuación de dos (o a veces más) normas adaptativas y puede suponer apareo selectivo entre individuos del mismo genotipo.

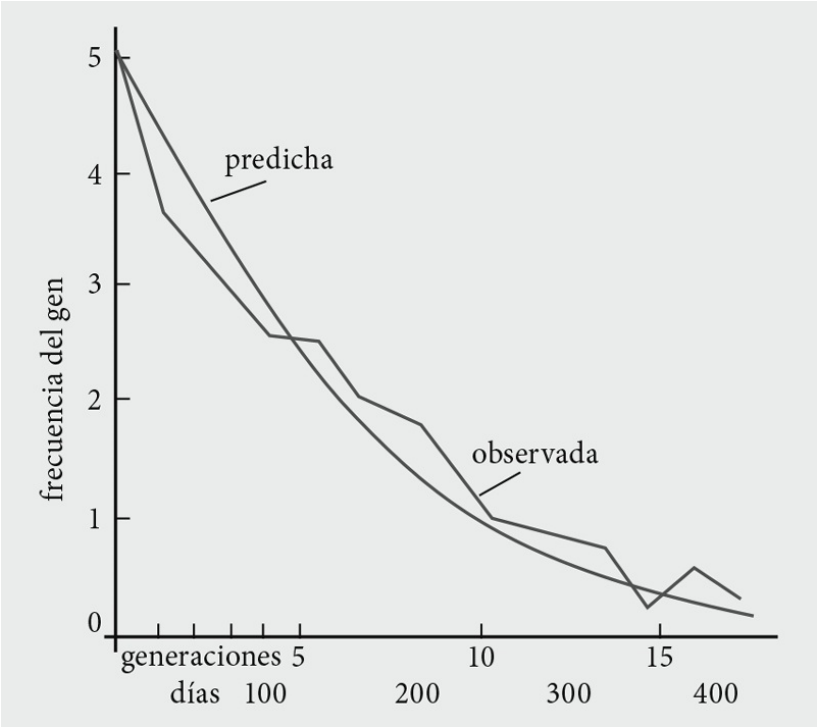


FIGURA XIII.7. *Resultados de un experimento de hibridación con la mosca de la fruta. Las curvas indican la desaparición predicha y la observada en la frecuencia del gen mutante de color rojo bermellón. Al enfrentarse a la competición con moscas de ojos de color normal, los mutantes casi desaparecen en 17 generaciones (un poco más de un año).*

4. El caso de la sobredosis de antibióticos. Con qué frecuencia vemos a nuestro alrededor amistades que toman antibióticos (penicilina, estreptomicina, terramicina, etc.) al menor síntoma de enfermedad, como si fueran golosinas. Cuántas veces también hemos escuchado a los médicos aconsejar en contra del uso indiscriminado de estos medicamentos. La razón no es solamente que puedan producir un daño en la persona que los ingiere, sino que reside en un hecho que tiene mucho que ver con la selección natural y la evolución y, por lo tanto, con la salud de todos. Los antibióticos son sustancias producidas naturalmente por algunos organismos y que inhiben el crecimiento o la vida de

otros, de aquí su nombre: anti(contra)-bióticos(vida). El mejor conocido de ellos es la penicilina, producida por hongos filamentosos pertenecientes al género *Penicillium*, que crece sobre ciertos medios en fermentación y que fue descubierta accidentalmente en 1929 por Alexander Fleming, cuando se le contaminaron cultivos de un estafilococo que estaba estudiando con esporas de *Penicillium notatum*. Fleming notó que alrededor de las esporas del penicilio había una zona en la que la bacteria estudiada no se desarrollaba. Al reproducir el moho que había infectado sus cultivos de bacterias encontró que producían una potente sustancia que inhibía por completo el desarrollo no sólo del estafilococo que estaba estudiando sino de muchas otras bacterias, incluyendo las que infectaban al hombre causándole muchas enfermedades. De este descubrimiento accidental surgió la producción masiva de penicilina, que se aplicó primero experimentalmente y luego de manera generalizada en los campos de batalla y hospitales de la segunda Guerra Mundial, salvando miles de vidas. Actualmente, *Penicillium chrysogenum* es una de las fuentes más importantes de producción de penicilina, uno de los muchos antibióticos en uso en la medicina.

Las bacterias, incluidas las que atacan al hombre, tienen una elevada tasa de reproducción; en condiciones adecuadas se pueden reproducir por división binaria cada 20 o 30 minutos, por lo que en cuestión de unas cuantas horas pueden producir decenas de miles de millones de individuos, lo que representa una seria infección en una persona contagiada por estos organismos. La ingestión de cualquier antibiótico por esa persona representa un cambio drástico en el medio en que la bacteria se desarrolla y el medicamento actúa entonces como un factor de selección natural sobre los individuos de dicha bacteria. Muchos de ellos mueren y la

infección cede, con lo que la persona enferma se alivia. Sin embargo, como en todo caso de selección natural, es posible que en el tiempo en el que actúa el antibiótico se produzcan individuos mutantes que resulten resistentes al medicamento. Debido a la velocidad de reproducción de estos organismos microscópicos, los mutantes resistentes pueden reinvadir el organismo del enfermo o liberarse y contagiar a otra persona ocasionándole una infección más severa para la cual el mismo antibiótico será menos efectivo. Debido a que las bacterias se reproducen por división binaria, es decir, un individuo simplemente se divide en dos nuevos, sin cruzarse con otro, un mutante resistente con éxito puede remplazar en cuestión de horas a la población original que era susceptible al antibiótico. Incluso algunos mutantes tienen tan buen éxito para resistir a algunos antibióticos que se vuelven «adictos» a los mismos, es decir, no pueden vivir sin ellos. Resulta evidente que un uso indiscriminado de estos medicamentos propicia en una misma persona una mayor probabilidad de producir formas resistentes a una amplia gama de antibióticos, lo cual hace muy difícil el tratamiento de enfermedades bacterianas, con el consecuente costo para la salud de la persona y de la sociedad. La velocidad del proceso de generación de resistencia en las bacterias patógenas a nuestra especie es asombrosa. El cuadro XIII.2 ilustra este punto.

Se pensaría que la causa más importante de abuso de los antibióticos es su consumo medicinal, especialmente en los frecuentes casos de automedicación tan comunes en países como el nuestro. Sin embargo, probablemente una fuente tanto o más importante de ingestión de antibióticos sea a través de los alimentos que la gente consume. Alrededor de 70 % de los antibióticos producidos en los Estados Unidos se utilizan en la producción agropecuaria para el control de

epidemias en animales comestibles —aves, cerdos y vacunos —, pero especialmente para su engorda, al aplicar los antibióticos en dosis subterapéuticas. Las consecuencias epidemiológicas de este uso irracional en la producción agropecuaria son enormes.

CUADRO XIII.2. *Velocidad de evolución de la resistencia a antibióticos en bacterias de importancia clínica*

Antibiótico	*Año de introducción*	*Año de la primera resistencia observada*
Penicilina	1943	1945
Cloranfenicol	1949	1950
Eritromicina	1952	1956
Meticilina	1960	1961
Cefalosporina de 1ª generación	1964	1966
Vancomicina	1958	1986
Cefalosporinas de 2ª y 3ª generación	1979, 1981	1987
Carbapenemos	1985	1987
Linezolida		2002

FUENTE: Tomado de Bergstrom y Feldgarden, 2008.

Una historia similar a la de los antibióticos ocurre en el caso de los insecticidas. Estos plaguicidas se han usado con frecuencia en forma totalmente indiscriminada e irracional en muchos países, para propósitos tanto agrícolas como sanitarios. El resultado, aparte de la destrucción generalizada de muchas formas de vida además de las plagas, es la producción de formas resistentes de la especie que se quería erradicar, lo cual conduce a una mayor necesidad de control y crea un círculo vicioso. Ésta es otra forma en la que el hombre, sin control alguno, ha modificado profundamente el

ambiente y el curso de la evolución para muchos organismos, propiciando la extinción de otros.

El origen de las especies

La especie es la unidad en que categorizamos a todos los seres vivientes, incluido el hombre *(Homo sapiens)*. A pesar de que Darwin tituló su libro más importante con el encabezado de esta sección, y de que propuso la selección natural como el mecanismo causante de las modificaciones que una especie puede experimentar, prácticamente no discutió el origen de las especies en sí y no dio ejemplos de cómo una especie puede dar origen a dos o más. Su esfuerzo más grande se centró en demostrar que las especies eran entidades muy variables, sin límites bien definidos, a las cuales la selección natural modifica constantemente, es decir, que las entidades reconocidas por el hombre como especies constituían unidades artificiales.

FIGURA XIII.8. *Caricatura de Darwin y sus teorías sobre el origen del hombre, 1880.*

El concepto más adecuado para describir una especie es el conocido como *concepto biológico de especie*, el cual la define como una población o conjunto de poblaciones de organismos entre los cuales ocurre un flujo genético libre en condiciones naturales, es decir, que los individuos de esa(s) población(es) pueden cruzarse libremente y tener progenie fértil en las condiciones del ambiente en el que viven. Por contraposición, según este concepto los individuos de una especie no pueden cruzarse libremente con los de otra.

El hecho de que el cruzamiento entre los individuos debe darse en condiciones naturales es de especial importancia, ya que lograr que dos individuos pertenecientes a especies diferentes produzcan progenie en condiciones controladas

por el hombre no demuestra que se trata de la misma especie. El ejemplo mejor conocido al respecto es el de la cruza, en zoológicos, de dos especies que consideramos diferentes, como leones y tigres, que pertenecen a dos especies cercanamente relacionadas del género *Panthera (P. leo* y *P. tigris)*. Se han obtenido, por medio de inseminación artificial, «tigrones» (cruza de tigre y leona) y «leogres» (cruza de león y tigresa). Lo anterior no quiere decir que leones y tigres pertenezcan a la misma especie, ya que hay una serie de elementos que impiden que ellos se crucen en condiciones naturales. Sus áreas de distribución son muy diferentes: el león es fundamentalmente africano y el tigre asiático. Aunque sus áreas de distribución se sobreponen en el noroeste de India, nunca se ha encontrado un tigrón ni un leogre en la naturaleza, porque los hábitos de ambas especies son también muy diferentes. Los leones tienen hábitos sociales, forman familias, cazan en grupo y habitan terrenos abiertos, como las sabanas. Los tigres, por el contrario, son de hábitos solitarios y prefieren ambientes selváticos o boscosos.

El concepto de especie no es un invento de los intelectuales europeos del siglo XVIII. Responde a una realidad biológica, externamente expresada por la forma, los hábitos y las características morfológicas de los organismos. Ya nos referimos en el capítulo VIII al profundo conocimiento que los pueblos nativos de Mesoamérica tenían, mucho antes del contacto cultural con los europeos, de los animales y las plantas que los rodeaban. Esto ocurre igualmente con otros pueblos de América, Asia y África. No se trata de un conocimiento que consista en «saberse de memoria» varios cientos o miles de nombres de plantas y animales, sino que es un conocimiento estructurado en sistemas lógicos y coherentes, basados en las afinidades o diferencias de las características de los organismos, no muy diferentes del

sistema linneano y muy de acuerdo con el concepto biológico de especie.

La distinción de un grupo de organismos en una especie implica que, para que haya alcanzado un grado de aislamiento reproductivo de las especies afines, ha requerido un largo periodo en el que pudo diferenciarse y adaptarse al ambiente en que vive. También implica que no hay sólo una característica morfológica que la distinga de las especies cercanas, sino un conjunto de ellas, además de aspectos fisiológicos, de comportamiento, de distribución, etcétera.

El concepto de especie se enfrenta a pocos problemas cuando consideramos una población muy pequeña, en una reducida zona de distribución y en un tiempo muy breve. Apenas empezamos a ampliar nuestra visión para incluir numerosas poblaciones, en una área muy amplia de distribución y en una escala temporal que incluya por lo menos varias generaciones de individuos, el concepto de especie comienza a perder fortaleza y a enfrentar serios problemas. El primero es que cuando consideramos poblaciones separadas geográfica o temporalmente no sabemos con certeza si podrían cruzarse *en condiciones naturales*, lo cual es una premisa del concepto biológico de especie. En ambos casos de separación, pero particularmente en la temporal, se establecen grados de variación tan cercanos que resulta imposible definir dónde podría marcarse el límite entre dos entidades. Éste es el caso de muchas especies de fósiles que tienen representantes vivos morfológicamente muy semejantes, y la delimitación entre especies en estos casos tiene un propósito más bien práctico. Si la base del concepto biológico de especie es el libre intercambio de genes entre individuos, las especies que se reproducen por medios asexuales (como las bacterias) o cuyos individuos se reproducen de manera sexual pero son estrictamente

autofecundados, deben ser delimitadas con otros criterios, que generalmente son pragmáticos. Los casos de intergradación continua de poblaciones e individuos son muy frecuentes, particularmente entre plantas, y representan también un serio problema para definir fronteras intraespecíficas.

Nuestro país es un cofre de tesoros en lo que a estos problemas se refiere por su ubicación geográfica y la gran diversidad de su topografía, su geología y sus climas. Ejemplos notorios de grupos «problema» de organismos son varios complejos de especies de pinos, así como la mayoría de los encinos o robles mexicanos que pertenecen al género *Quercus*. De ambos géneros, México posee el mayor número de especies en el mundo.

Las especies están subdivididas en la naturaleza en poblaciones más o menos bien definidas en las que los individuos se cruzan. A medida que la distribución de las especies es más amplia, las poblaciones de una especie se encuentran con una mayor variedad de ambientes. Esta diversidad propicia que las mutaciones que se producen tengan mayor probabilidad de ser seleccionadas favorablemente y fijadas en cada condición, de manera que la diversidad genética de las poblaciones aumenta con su área de distribución. Si el flujo genético entre las diferentes poblaciones es pobre, la divergencia entre los contingentes genéticos de las poblaciones puede aumentar lo suficiente como para crear barreras al cruzamiento o a la fertilidad entre ellas, incluso si llegaran a ponerse en contacto nuevamente por algún cambio ambiental. La reducción de la fertilidad se origina por varias causas, entre ellas la incompatibilidad genética, las diferencias en comportamiento o el aislamiento temporal por diferencias en épocas reproductivas. Las barreras al cruzamiento y el aislamiento reproductivo no

ocurren súbitamente ni en un solo individuo; son el producto de cambios acumulativos que toman mucho tiempo y que ocurren en toda una población.

Las barreras reproductivas pueden ocurrir sencillamente por un aislamiento geográfico entre poblaciones de subespecies o de especies muy cercanas producido por barreras físicas como cadenas montañosas o cuerpos de agua, aunque también se presentan en especies que coexisten en el mismo sitio. En este caso las barreras reproductivas son el resultado de diferencias genéticas entre los miembros de las dos especies cercanas que impiden la fertilización o el desarrollo normal del embrión, o que de cualquier otra manera impiden la producción de progenie viable y fértil entre las especies. Algunos ejemplos de estas barreras genéticas son las diferencias de comportamiento ya mencionadas entre los leones y los tigres; el hecho de que el vuelo nupcial de dos especies de abejas ocurra a horas diferentes del día; la imposibilidad de que los espermatozoides o el polen alcancen a fertilizar el óvulo debido a barreras mecánicas o químicas en el aparato reproductivo, etc. Las barreras reproductivas están presentes en todas las especies, incluida la humana. A pesar de su gran movilidad, de los grandes movimientos migratorios y del hecho de que en teoría una persona de cualquier sexo pueda escoger como pareja a cualquier otra del sexo opuesto en el mundo, la realidad es que en su mayoría la selección de parejas en la especie humana ocurre en áreas infinitamente pequeñas, tales como el barrio en el que una persona vive. Diversos estudios de larga duración prueban lo anterior, y es fácil convencerse de que factores de tipo social, racial, religioso o cultural influyen mucho en la selección de la pareja en contingentes bien definidos y discretos.

Cuando los estudios de Mendel fueron redescubiertos a principios del siglo pasado se produjo una corriente de pensamiento entre los genetistas y los biólogos que no aceptaban la idea de la evolución de los organismos como Darwin la había propuesto, es decir, basada en una lenta acumulación de cambios imperceptibles. Los resultados del monje agustino, obtenidos del estudio de caracteres sencillos y contrastantes, sugerían que los cambios en las especies no ocurrían en forma gradual, sino en saltos o pasos bien marcados y definidos, ejemplificados por los contrastantes cambios en talla o color de las flores de los chícharos de Mendel. Uno de los redescubridores de tal trabajo, Hugo de Vries, acuñó el término «mutaciones» para los cambios súbitos que observó en sus experimentos de hibridación con unas plantas ornamentales: las prímulas. Aunque los cambios observados por De Vries eran más bien la expresión de caracteres recesivos de las plantas, el término de mutación se conservó para describir los cambios súbitos y heredables en la estructura genética de los organismos. Para los genetistas mendelianos de principios del siglo XX estas modificaciones súbitas del genotipo de los individuos eran las causas determinantes de la evolución de las especies, la cual ocurría en un constante proceso de saltos, como si la evolución fuera un chapulín. Como veremos un poco más adelante, ocurrió una conciliación entre la corriente evolucionista «saltatoria» y las ideas darwinianas de cambio paulatino basadas en la variabilidad genética de los organismos.

A pesar de la interpretación equivocada de De Vries antes mencionada, es claro que sí ocurrían cambios abruptos en la estructura genética de las especies (que incluso el hombre ha aprovechado en sus prácticas de domesticación de animales y plantas), por lo que la transformación de las especies no ocurre exclusivamente por la lenta acumulación de cambios

imperceptibles. Darwin mismo acabó por aceptar que tales cambios podían también contribuir a la evolución de las especies, aunque afirmando que lo hacían de forma secundaria.

Las mutaciones son de dos tipos: cambios pequeños en porciones bien definidas de la estructura del ADN, generalmente en un par de bases, a los que se llama *mutaciones puntuales*, y cambios en grandes secciones del ADN, o incluso en el cromosoma entero, que reciben el nombre de *mutaciones cromosómicas*. No entraré a describir con mayor detalle las diferentes formas por las que dichas mutaciones se producen durante la replicación del ADN o de la meiosis, y sólo mencionaré que ambos tipos pueden ser provocados por radiaciones o por ciertas sustancias químicas mutagénicas, aunque también pueden ocurrir espontáneamente. Muchas de esas mutaciones, particularmente las de tipo cromosómico, son letales y no producen una progenie viable o, si lo hacen, no se pueden seleccionar favorablemente en una población.

Un ejemplo de esto último es el caso del mongolismo o síndrome de Down en la especie humana, resultante de la existencia de un cromosoma extra en el par 21, lo cual aumenta el número cromosómico a 47, en lugar de 46. Otras mutaciones sí pueden representar un cambio favorable y por lo tanto ser seleccionadas positivamente. Si el cambio es suficientemente importante para darle una gran ventaja al mutante, éste pronto dominará en una población, siempre y cuando las características ambientales para las cuales es particularmente apto permanezcan sin modificación. Otras mutaciones son neutrales y no tienen valor adaptativo alguno, pero pueden llegar a fijarse y a formar parte del contingente genético de la población, particularmente si se trata de poblaciones pequeñas.

Otro mecanismo de producción de especies es la llamada *poliploidia*, un accidente en el proceso de la meiosis que produce un tipo de mutación cromosómica consistente en la multiplicación exacta del número de cromosomas de una especie; este mecanismo es muy frecuente en plantas y muy raro entre los animales. Los gametos, células especializadas para la reproducción de las especies (espermatozoides, óvulos o polen), poseen un número básico *(haploide)* de cromosomas. El resto de las células del organismo de la mayoría de las especies tienen un número diploide de cromosomas; la poliploidia duplica (produciendo *tetra*ploides, es decir, cuatro veces el número haploide de cromosomas), triplica (produciendo *hexa*ploides) o aun multiplica más el número cromosómico diploide. Consideremos, por ejemplo, una planta de una especie con un número cromosómico de 14; cada célula tendrá dos copias de siete cromosomas (que es el número *haploide*). Durante la meiosis los dos cromosomas de cada tipo deberán aparearse para completar el proceso de formación del gameto. Cada gameto debe tener un cromosoma de cada tipo, es decir, un total de siete cromosomas (figura XIII.9). Supongamos que, debido a un accidente durante el proceso de la meiosis, algunos nuevos individuos portan el doble de cromosomas, es decir, cuatro de cada tipo en lugar de dos, lo que daría un total de 28 cromosomas. Estas plantas tetraploides pueden producir gametos que contendrán 14 cromosomas en lugar de los siete del número original haploide de la especie, y podrán cruzarse para producir progenie fértil con 28 cromosomas. Pueden también cruzarse con gametos haploides para formar híbridos con un número total de 21 cromosomas (7 + 14). Sin embargo, estos híbridos triploides no pueden producir gametos normales debido a que al inicio de la meiosis, en el momento del apareo de los cromosomas,

existirán tres en lugar de dos cromosomas de cada tipo para aparearse, por lo que se produce una distribución anómala de los cromosomas en las células hijas. Por lo general, esto es suficiente para interrumpir la meiosis, por lo que el híbrido se vuelve total o parcialmente infértil. Si esto ocurre, las formas diploides y las tetraploides se habrán aislado y constituido dos nuevas especies en un solo paso generacional.

Otra forma importante en que la poliploidia puede ocurrir exitosamente es cuando dos especies diferentes se cruzan y producen un híbrido que resulta estéril debido a diferencias marcadas entre los cromosomas de las dos especies, lo cual no permite un apareamiento adecuado en el momento de la meiosis. Sin embargo, si en un accidente meiótico el híbrido logra duplicar exactamente el número de sus cromosomas, no tendrá problema para realizar de ahí en adelante exitosamente la meiosis, ya que contará con dos cromosomas de cada tipo proveniente de cada uno de los padres, lo que le permitirá llevar a cabo una meiosis normal, aunque ahora con el doble de cromosomas. El nuevo híbrido poliploide resultará ser una nueva especie, diferente y aislada de sus progenitores.

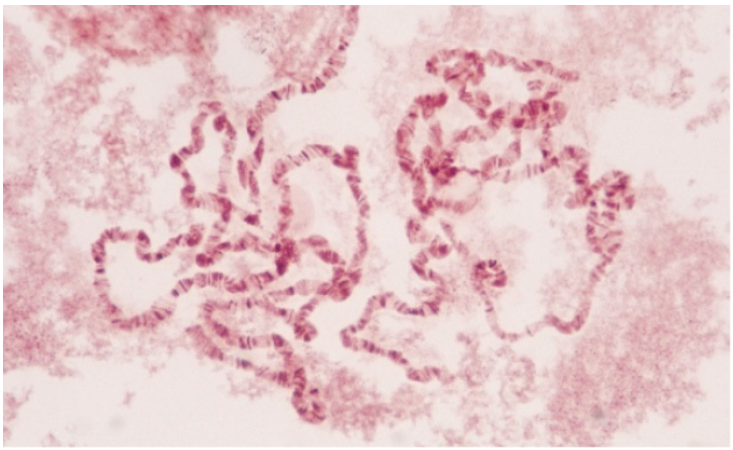


FIGURA XIII.9. *Cromosomas.*

Una forma más en la que se pueden producir cambios en la estructura genética de una población, que son susceptibles en ciertas circunstancias de producir la formación de razas, subespecies e incluso especies nuevas, es el fenómeno conocido como *deriva genética*. Ésta ocurre cuando una característica o una mutación neutral se produce en una población pequeña, que se aísla de un contingente más grande por alguna catástrofe ambiental o por el efecto de colonización de una nueva área por uno o muy pocos individuos. Por ejemplo, la fijación de una mutación neutral o un gen en una población requiere un número de generaciones que es una proporción de cuatro veces la población reproductiva efectiva. Un gen dado o una mutación neutral se fijará en una población de dos aves que colonizan una nueva isla en sólo ocho generaciones, siempre y cuando todos los individuos de la progenie sobrevivan. En una población de 15 000 aves tomará 90 000 generaciones fijar el mismo gen o mutación neutral. En otras palabras, el hecho de que el contingente genético de una población surja de un número reducido de individuos (que solamente representan una pequeñísima muestra del contingente genético de la población de la que se separaron, ya no digamos de su especie) puede producir cambios muy considerables en la constitución genética de la nueva población comparada con la original. Si las diferencias son suficientemente fuertes y se mantiene un aislamiento geográfico prolongado, puede darse origen a una nueva especie.

Una nueva síntesis

Contra lo que uno hubiera pensado, el descubrimiento del trabajo de Mendel en los primeros años del siglo XX despertó, como lo mencioné, una polémica entre genetistas mendelianos y biólogos darwinianos sobre la forma en que ocurría la evolución y el papel de la selección natural en la variabilidad genética de las especies. Los primeros genetistas mendelianos sostenían que la aparición de las nuevas especies obedecía exclusivamente a la ocurrencia de mutaciones cuyos efectos eran de gran envergadura, a las que llamaron «macromutaciones». Esta explicación se oponía, desde luego, al principio darwiniano de evolución por medio de la acumulación de cambios casi imperceptibles en las especies. Esta polémica terminó cuando se extendió el campo de la genética experimental, en buena parte iniciada por los estudios de Thomas Hunt Morgan (figura XIII.10) con *Drosophila*, la mosca de la fruta fermentada, y cuando algunos genetistas con excelentes bases metodológicas y matemáticas encontraron que las mutaciones que producían cambios importantes eran más bien la excepción que la regla. Algunos de ellos, como Ronald A. Fisher, John B. S. Haldane y Sewall Wright, que estudiaban la genética de las poblaciones, llegaron a la conclusión de que las mutaciones pequeñas eran mucho más frecuentes que las macromutaciones y que tenían un efecto más importante que el que se les había asignado hasta entonces. Sus estudios establecieron también que había una posibilidad muy grande de que tales mutaciones pequeñas se fijaran rápidamente en la población si resultaban favorables. También llegaron a la conclusión de que las mutaciones ligeras no eran de forma alguna la única fuente de variación genética que las especies presentaban. La recombinación de las características genéticas de los organismos, como resultado de la reproducción sexual, constituía una fuente por lo menos igualmente importante de

variabilidad biológica. Estos genetistas llegaron a demostrar que éste era el proceso más importante para determinar la tasa de evolución, y que el papel de las mutaciones consistía en complementar el proceso y la variabilidad poblacional adquirida por la reproducción sexual.

Lo anterior hacía evidente que las poblaciones presentaban continuamente una gama casi interminable y constante de variabilidad biológica, sobre la cual actuaban los agentes selectivos del medio y que era el resultado de la inagotable variación natural, adicionada por los cambios más abruptos de las mutaciones puntuales.

FIGURA XIII.10. *Thomas Hunt Morgan (1866-1945). Genetista estadunidense.*

Además, la idea simplista de que cada factor genético controlaba una característica morfológica o funcional de los organismos, derivada de la observación de caracteres

determinados por un solo factor, como los que habían servido de base a los estudios de Mendel y de algunos de sus seguidores a principios del siglo XX, fue rechazada por los avanzados estudios cuantitativos de los genetistas. La genética cuantitativa y los estudios poblacionales demostraron que las características morfológicas guardaban una relación extremadamente compleja con los factores genéticos. A pesar de la existencia de factores individuales o genes, la recombinación de ellos y su acción conjunta hacen en extremo difícil establecer relaciones directas entre un determinante genético y ciertos atributos fenotípicos. Por esta razón no hay forma de aseverar que un determinado gen es el principal causante de ciertos atributos de adaptación de un organismo. El genotipo, como un todo, es el que determina lo anterior. La importancia que tiene para un individuo la posesión de un gen determinado depende tanto de la forma en que éste se combina con el resto del genotipo con el que le tocó, por suerte, asociarse, como del efecto conjunto que esta combinación tiene sobre la adecuación de dicho individuo, es decir, sobre sus probabilidades de sobrevivencia y de reproducción. Lo mismo puede aplicarse en el caso de una mutación; su éxito depende de la forma en que se combine con el resto del genotipo con el que está asociado y favorezca la adecuación de un individuo. Si la mutación en sí es favorable, pero su presencia en el genotipo produce modificaciones que van en detrimento de la adecuación del resto de los genes, muy probablemente será seleccionada en forma desfavorable.

Aun en ausencia de mutaciones, la variabilidad natural de la recombinación genética resultante de la reproducción sexual es suficientemente grande para asegurar que, si las condiciones ambientales así lo determinan, haya un proceso de transformación en la especie de que se trata. El

reconocimiento de lo anterior por los genetistas modernos y los evolucionistas neodarwinianos cambió la concepción evolucionista moderna, en la que la población desempeña un papel de vital importancia. Si bien la selección actúa en la adecuación de un individuo, la constante variabilidad genética, y por lo tanto fenotípica, de los individuos se genera solamente en el seno de la población. El interés de los biólogos evolucionistas se ha centrado consecuentemente en el nivel organizativo de las poblaciones, particularmente en la población concebida como el conjunto de individuos con los que otro puede estar genéticamente relacionado a lo largo de su vida.

Otros genetistas y naturalistas hicieron contribuciones medulares al desarrollo de lo que en las décadas de los treinta y los cuarenta llegó a conocerse como la «síntesis moderna del darwinismo». Mencionaré a los tres más importantes. Theodosius Dobzhansky, un genetista de poblaciones que trabajó con la mosca de la fruta y que publicó en 1937 su valioso libro *La genética y el origen de las especies*. Julian Huxley (nieto de Thomas), que publicó lo que ha sido probablemente el mejor resumen de las ideas del neodarwinismo clásico en su libro de 1942: *Evolución: la nueva síntesis*. Finalmente, Ernst Mayr, un eminente zoólogo y evolucionista, director del Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, fallecido recientemente y que hizo valiosas contribuciones con su obra *La sistemática y el origen de las especies*, publicada en 1942. Cabe también mencionar a George G. Simpson, quien desde el campo de la paleontología tendió un puente hacia la genética de poblaciones, demostrando que su campo de interés se conformaba al marco estructural teórico de ésta, con lo que se completó una visión global y unificadora del pensamiento evolucionista.

Hacia la década de los sesenta del siglo pasado el neodarwinismo parecía haber adquirido una firme posición como pensamiento unificador de la biología moderna. Pero como siempre ocurre en el desarrollo de la ciencia, nuevos hallazgos cuestionaron, al menos en parte, la coherencia de las ideas del neodarwinismo. Las críticas provinieron fundamentalmente de dos fuentes: de los estudios de genética evolutiva y de la forma en que pueda ocurrir la macroevolución. Las de la primera fuente surgen de observaciones que apuntan al hecho de que una buena parte de la evolución del ADN no tiene relación aparente con aspectos adaptativos del organismo y es, en consecuencia, independiente de los procesos de selección natural. Los productos de los genes, las proteínas estructurales, presentan niveles muy altos de diversidad y variabilidad, incluso dentro de una misma especie. Cada vez se producen más datos que sugieren que una gran parte de esta variabilidad ocurre con total independencia de los procesos de selección natural y probablemente sean el resultado de mutaciones aleatorias, combinadas con efectos de deriva genética.

FIGURA XIII.11. *Daniel Piñero, genetista de poblaciones mexicano*.

No obstante lo anterior, quizá los procesos de evolución en las proteínas estructurales tengan muy poco que ver con la evolución de los organismos. Se ha encontrado, por ejemplo, que especies que difieren notablemente en aspectos morfológicos, funcionales y de comportamiento, como el hombre y el gorila, sólo difieren en 1 % en la secuencia de su ADN. Probablemente, una parte importante de los cambios adaptativos que una especie experimenta se deban a un número relativamente reducido de mutaciones cruciales que regulan el tipo de desarrollo de un organismo. El lector interesado en profundizar en este tema debe leer el libro de Daniel Piñero (figura XIII.11) *De las bacterias al hombre: la evolución*, publicado en la colección La Ciencia para Todos, del Fondo de Cultura Económica.

Desde el campo de la paleontología, las críticas más fuertes al neodarwinismo han venido de los proponentes de la teoría del *equilibrio puntuado*: Niles Eldredge y Stephen J. Gould. Esta teoría mantiene que las discontinuidades del registro fósil, más que representar imperfecciones en la preservación de los organismos, reflejan el proceso mismo de la evolución, es decir, un proceso de tipo saltatorio, en el que los cambios evolutivos ocurren espaciada y abruptamente en lugar de irse acumulando lentamente, como sostienen las ideas darwinianas ortodoxas. En el contexto de esta teoría, las especies permanecen sin cambios evolutivos importantes por periodos largos en los que pueden irse extinguiendo por diversas causas, hasta que ocurre un nuevo episodio de extenso cambio evolutivo y de producción de nuevas especies. Esta teoría tiene varios problemas en su formulación, pues para que tal proceso tenga lugar es necesario suponer una serie de condiciones que es difícil que ocurran. Entre ellas están las siguientes: que la estratigrafía sea continua, que las secuencias fósiles locales no hayan estado sujetas a cambios biogeográficos rápidos e importantes y, más relevante aún, que no hayan ocurrido cambios adaptativos continuos en los tejidos suaves de los organismos. Aparte del hecho de que el material paleontológico no es lo mejor para trabajar en aspectos evolutivos y de procesos de especiación, y de que el concepto de especie para los paleontólogos ciertamente difiere del de los taxónomos, de los genetistas y de los ecólogos de poblaciones, la teoría está aún en una etapa inicial y en el proceso de ir adquiriendo mayor información que la robustezca; debido a lo anterior no entraré en más detalles sobre esta teoría. Baste añadir que las ideas saltatorias de la evolución no están necesariamente reñidas con las ideas neodarwinistas y que probablemente contribuirán a enriquecerlas en el futuro próximo.

Siempre he sostenido que es muy peligroso para un investigador en las áreas de la ecología, la biogeografía, la historia natural, el comportamiento animal, la paleontología, la embriología, etc., suponer que ha hecho una contribución original a su campo del conocimiento sin antes haber leído *El origen de las especies*. La biología se entiende cabalmente sólo después de haber leído a Darwin.

Resulta en verdad sorprendente cómo es que Darwin pudo haber tenido un efecto tan profundo sobre el pensamiento humano en general, pero especialmente en las ciencias biológicas; cómo es que pudo tener una comprensión tan vasta de la fenomenología biológica y cómo es que su influencia ha persistido más de un siglo después de su muerte, no solamente por su contribución directa al conocimiento biológico, sino especialmente por las innumerables preguntas y temas de investigación a que ha dado motivo (y seguramente seguirá motivando) en la biología. En mi opinión, *El origen de las especies* —y para ese caso varios otros de sus libros clásicos— tiene más valor por las innumerables preguntas y problemas biológicos que plantea que por las respuestas que proporciona. Su obra puede ser considerada como el cimiento del desarrollo de la biología moderna y de gran parte de la investigación que ha sustentado tal desarrollo. Pocos pensadores en casi cualquier campo del conocimiento humano pueden ufanarse de este hecho.

Es claro que lo anterior no es el resultado simplemente de un caso de suerte o de capacidad de resumen de ideas ya «maduras». ¿Por qué él y no otro? Hemos visto ya que varios biólogos, tan expertos o más que él, no sólo fueron sus contemporáneos sino que interactuaron intensamente con él

exponiéndose a (e incluso proporcionándole) buena parte de la información, los datos y los hechos que el mismo Darwin utilizaba. Éste tenía una especial capacidad para desarrollar sus propias ideas y, a partir de ellas, originar otras nuevas. Era, al mismo tiempo, un amateur y un profesional. Un amateur en el sentido de que no derivaba su sustento económico del ejercicio de su actividad de biólogo y naturalista; un profesional, porque se dedicaba en cuerpo y alma a lo que hacía. El ejercicio y la ética de la ciencia se extendían a su vida personal y se expresaban en una exigencia ilimitada en su pensamiento y en sus acciones, en una modestia a veces rayana en la patología y en una enorme rectitud en sus actitudes familiares y sociales.

FIGURA XIII.12. *Muestra de una mutación: el canguro blanco.*

Los huesos de Charles Darwin han reposado por más de un siglo en la abadía de Westminster, junto a los de su compatriota y colega científico Isaac Newton. Seguramente este reposo se habría roto innumerables veces si Darwin se hubiera enterado de las controversias que, aun después de su muerte, despertaron sus ideas evolucionistas: desde las razonadas y fundamentadas del campo netamente científico hasta aquellas estimuladas por un oscurantismo neolítico que aun en nuestros días aparecen periódicamente, como emanaciones de procesos anaeróbicos, en un pantano de ignorancia y de prejuicios.

El grado de controversia científica sostenida a lo largo de mucho tiempo acerca de una teoría es una medida de la fortaleza y la originalidad de la misma, aunque también de su mal entendimiento y distorsión. Hemos visto que el desarrollo de la genética, desde la mendeliana hasta la molecular, ha producido información con la que ni Darwin ni otros evolucionistas de la primera mitad del siglo pasado contaban. Las nuevas herramientas matemáticas aplicadas al análisis de la genética poblacional, los estudios sobre estructura y variabilidad de organismos microscópicos pero de vida muy corta, en los que es posible estudiar cambios de las frecuencias genéticas en grandes poblaciones, y otros avances que han sido posibles gracias a los adelantos tecnológicos, metodológicos y conceptuales no han afectado las ideas de Darwin, sino que las han ubicado en contextos más claramente definidos, modulando su aplicabilidad de forma similar a como las ideas relativistas de Einstein no destruyeron la física newtoniana, sino que definieron las circunstancias en las que sí se aplicaba. Ernst Mayr, quizá en su momento el zoólogo y evolucionista más respetado del mundo, se refiere a este aspecto diciendo: «Existe un alto grado de desacuerdo respecto a ciertos problemas específicos de la evolución… Sin embargo, ninguno de los puntos de vista contrapuestos cuestionan una sola de las tesis básicas de la nueva síntesis del darwinismo; simplemente proporcionan diferentes respuestas a los caminos que la evolución puede tomar».

Los cambios que la fotografía de la teoría darwinista está sufriendo no se deben a que la imagen se esté borrando, sino al hecho de que el nuevo conocimiento biológico obtenido abundantemente en los últimos años le está añadiendo, como el enfoque de una cámara, una gran cantidad de nuevos detalles que no eran evidentes en un principio.

Se ha dicho repetidamente, y se hizo mención de ello al inicio de este libro, que las ideas evolutivas de Darwin plasmadas en la teoría de la evolución por medio de la selección natural han sido probablemente la mayor revolución de la historia del pensamiento humano. En mi opinión, lo son no tanto por la sencillez y belleza del planteamiento de Darwin para resolver ese gran «misterio de los misterios», sino por las profundas implicaciones del pensamiento darwiniano sobre la concepción que el hombre ha tenido de sí mismo. Esta concepción, en el mundo de la cultura occidental y también de algunas culturas orientales, está basada en una visión totalmente antropocéntrica del mundo natural. Así como antes de Copérnico, Bruno y Galileo la Tierra era considerada por el mundo occidental como el centro rector del universo y por lo tanto éste estaba condicionado a nuestro planeta, la visión de la civilización occidental estableció la primacía total del hombre sobre la naturaleza, la cual se constituye en un elemento supeditado al servicio incuestionable de las necesidades del hombre. Tal «rectoría» del hombre sobre la naturaleza se basa en su concepción de criatura única y especial, totalmente separada del resto de los organismos, por virtud de un acto especial de creación.

Si aceptamos las ideas evolutivas sintetizadas por Darwin, tendremos también que aceptar, para ser congruentes con ellas, que el factor que hace «único» al hombre entre los otros millones de especies que aún habitan este planeta es su capacidad de comunicación con otros miembros de su especie, de poder transmitir sus ideas, conocimientos y conceptos y de construir una cultura sobre la experiencia,

tanto la propia como la de sus contemporáneos y antepasados. Ninguna otra especie de este planeta, hasta donde sabemos, ha logrado esta capacidad constructiva de conocimiento acerca del medio y los fenómenos naturales que la rodean y menos aún acerca de territorios abstractos tales como la ética, la religión o la metafísica. La ciencia por un lado y la filosofía por el otro son las expresiones cumbres de tal capacidad.

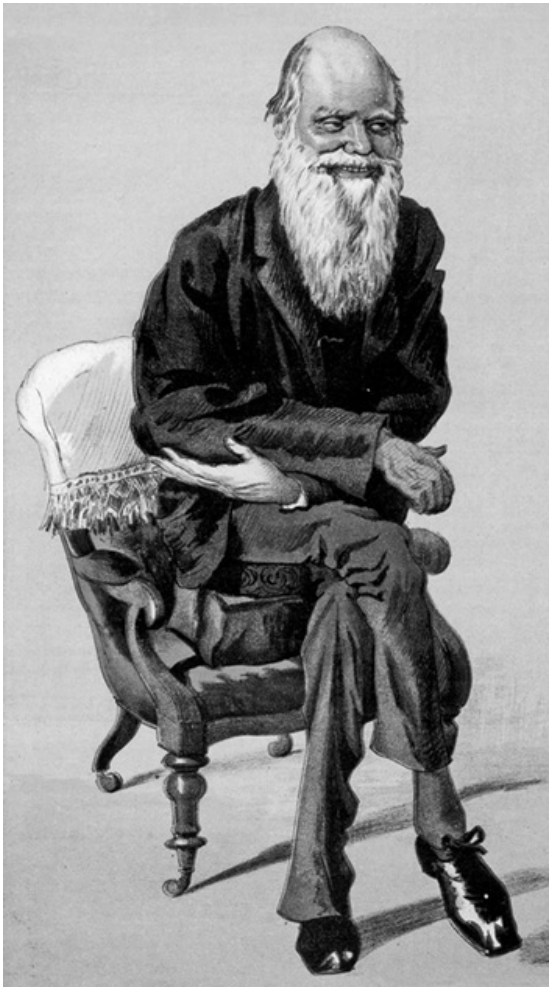


FIGURA XIII.13. *Caricatura de Charles Darwin en* Vanity Fair *(1871).*

No obstante lo sobrecogedora que nos pueda parecer esta capacidad, no es sino el resultado de la selección de aptitudes y emociones típicas de muchos mamíferos y primates. Este proceso de selección debe de haber ocurrido en la encrucijada de los procesos de evolución orgánica y evolución cultural por la que primero los homínidos, y en seguida el hombre primitivo, cruzaron en su tránsito para convertirse en lo que, desde la adopción del sistema linneano, catalogamos como *Homo sapiens*, el «hombre sabio». El hombre se ha ido independizando, primero lentamente, después en forma vertiginosa, de la acción de la selección natural a medida que desarrolló sus diversas formas de cultura. Los sistemas sociales humanos han evolucionado como respuesta tanto a sus necesidades ambientales como sociales. Así, se ha dado un proceso por el cual desde hace varias decenas de miles de años la evolución cultural, en lugar de la orgánica, caracteriza cada vez más la transformación, la estructura y las propiedades de las sociedades humanas y los individuos que las componen. Existen muy pocas razones para creer que el agrandamiento del cerebro humano ocurrió para permitimos adquirir más conocimientos objetivos. El conocimiento que tenemos en la actualidad sobre la evolución de los homínidos y el comportamiento de primates no dejan margen más que para afirmar que las cualidades «especiales» del cerebro humano son solamente el producto marginal e incidental de un proceso de selección natural para poder sobrevivir en el ambiente hostil en que los primeros homínidos y el mismo hombre primitivo tuvieron que desarrollarse. Finalmente, el cerebro es solamente un tejido más, como lo pueden ser los pulmones.

Como resultado de haberse transformado en esa encrucijada de evolución orgánica y cultural, el hombre ha desarrollado, inevitablemente, una dualidad de valores y de

estándares morales que lo ponen en constante conflicto en la actualidad. El grupo familiar, que representaba un alto grado de cooperación social, fue seguramente decisivo en el desarrollo del hombre actual. En el seno de ese grupo se generaban lazos afectivos y de protección que ahora calificamos con el término general de «amor». Pero de igual forma, la presencia de otros grupos familiares similares representaba la amenaza al territorio, tanto sexual como especialmente de procuración de recursos esenciales para la supervivencia. La vida en grupos familiares compactos y muy integrados produjo, a lo largo de miles de años de historia de vida rural, patrones de comportamiento que resultan francamente inadecuados en la actualidad, en las condiciones impuestas por la era industrial y de megaconcentraciones urbanas. En el mundo de la comunicación instantánea se presenta cada vez más la necesidad de generar patrones de comportamiento que tienen que ver con la preocupación acerca del bienestar o la seguridad de personas o grupos sociales, no solamente ajenos al reducido núcleo familiar, sino que frecuentemente uno no conoce o no podrá ver nunca. Por ejemplo, nuestro comportamiento ha sido condicionado durante milenios para responder de inmediato a las necesidades alimentarias de nuestros hijos o hermanos, pero difícilmente a las de los niños y adultos que mueren por hambrunas en algún país extranjero o en el nuestro mismo, o a consecuencia de conflictos sociales en algún otro país, o a la de los integrantes de las generaciones futuras de seres humanos que poblarán este planeta. Y sin embargo, en nuestro mundo actual tenemos la responsabilidad social de atender también estas demandas.

Otro concepto que el pensamiento darwiniano invalida por necesidad es el de que el hombre se encuentra ubicado en este planeta por designios extranaturales, lo cual implica por un

lado una cierta fatalidad y por otro el hecho de que la humanidad depende de una «providencia» que se encarga de que las cosas, a final de cuentas, le salgan bien en este planeta. Aceptar que el hombre se encuentra en la Tierra como resultado de un largo proceso de evolución orgánica y no de haber sido «implantado» en ella le quita el sentido de magia, expresado de diversas formas en ritos y religiones, y que ha inducido a la humanidad en casi todas las civilizaciones a no sentirse parte de la naturaleza *en* y *de* la que vive, con todas las consecuencias destructivas que ello conlleva.

El principio de incertidumbre, que fue formulado por el físico Werner Heisenberg para describir la imposibilidad de predecir con toda precisión el funcionamiento del universo, como Laplace proponía, resultó ser una decepción intelectual para muchos físicos, algunos de los cuales se convencieron de que las bases mismas de la investigación científica estaban debilitadas. Sin embargo, los únicos que se sintieron mal al saber que la ciencia estaba basada fundamentalmente en la probabilidad (y no en la certidumbre total) de que un fenómeno ocurra fueron los físicos. Los biólogos, por ejemplo, estamos acostumbrados a trabajar con fenómenos que no pueden ser medidos u observados con gran precisión; la visión probabilística del universo nos es algo muy familiar. De hecho, la evolución orgánica, el más grande de los fenómenos biológicos, siempre se ha caracterizado por una alta impredecibilidad y difiere del resto de las ciencias por poseer un componente histórico fundamental.

No sabemos si el proceso de evolución orgánica (u otro similar) que ocurrió en este planeta ha tenido lugar en otros objetos astronómicos del universo. Cualquiera que fuera el caso, lo cierto es que del hombre, y de nadie más, depende su futuro en este planeta y, consecuentemente, en el universo. Ninguna especie terrestre, nuevamente hasta donde sabemos,

ha surgido del proceso de evolución orgánica con el poder y la capacidad no sólo de entender ese proceso del que es un producto, sino de modificarlo profundamente, no sólo por su capacidad de crear nuevas especies, sino en particular por la de exterminarlas al cambiar de manera radical el ambiente en el que él y las especies que lo rodean (y de las que depende) viven. Al modificar abruptamente este proceso de millones de años, el hombre pone en sus manos no sólo el futuro de los millones de especies que lo han acompañado en su evolución, sino de su futuro mismo.

Así como la idea de que los científicos tienen una responsabilidad social se hizo evidente a raíz del desarrollo de las armas atómicas, ahora una buena parte de esa responsabilidad social tendrá lugar en el desarrollo de las ciencias biológicas más que en el de la física, como ocurrió en el pasado. Los importantes avances en la genética que ya se han dado y que ocurrirán en el futuro posibilitarán al hombre manipular su propia estructura genética para crear fenotipos a voluntad. Los avances en la neurofisiología y su creciente asociación con las ciencias de la computación podrán poner también al alcance del hombre la posibilidad de controlar el comportamiento humano.

Al tener acceso a esas posibilidades, el hombre se enfrentará de inmediato a dilemas éticos de gran magnitud, y principios consagrados como básicos para la naturaleza humana, tales como la libertad, el valor de la individualidad, etc., se verán seriamente amenazados. La humanidad, particularmente las sociedades científica y tecnológicamente avanzadas, enfrentarán serios dilemas de decisión y habrá necesidad de reconsiderar valores y principios éticos. Ahora mismo, sin necesidad de mayores avances, la humanidad, pero en especial las sociedades que se han desarrollado industrial, científica y tecnológicamente o las que estamos en

el proceso de hacerlo, encaramos la necesidad de adoptar nuevos valores y nuevos principios éticos.

Lo anterior ocurre principalmente por el efecto que las poblaciones humanas están teniendo sobre el medio en que viven y los recursos de los que dependen. El crecimiento poblacional, resultado en buena parte de los avances en la biología, está ocurriendo en los presentes años a una velocidad enorme; la población mundial a mediados del siglo XXI sobrepasará los 9000 millones de personas, 33 % más de la población actual. En contraste, los ecosistemas naturales y los creados por el hombre, de los que depende la humanidad para su subsistencia, no solamente no aumentan sino que se han ido reduciendo severamente por el serio deterioro causado por las prácticas inadecuadas a las que el hombre los sujeta. Cada vez más los suelos agrícolas se vuelven improductivos por erosión, infertilidad, salinización, etc., y cada vez más el costo de recuperar su capacidad productiva es menos redituable económica y ecológicamente.

Los sistemas ecológicos de los que depende el hombre para su subsistencia, incluidos desde luego los sistemas agrícolas y pecuarios, así como los servicios que esos ecosistemas nos proporcionan, se mantienen a base de energía solar por medio del proceso de la fotosíntesis. La diversidad biológica total que se ha originado en este planeta en los cerca de 3000 millones de años de evolución orgánica, y de la cual se encuentra presente en la actualidad menos de 1 %, ha ocurrido primordialmente a partir de la materia prima producida por las plantas fotosintetizadoras. Este proceso es el que ha permitido también la constitución de ecosistemas extremadamente ricos en especies, que el hombre se ha empeñado en remplazar por sistemas de una o muy pocas especies, sostenidos artificialmente por el uso de herbicidas y plaguicidas para mantener una casi nula diversidad y la

adición creciente de nutrientes (por medio de fertilizantes) que ya no pueden existir naturalmente en tales ecosistemas depauperados, con las severas consecuencias de contaminación que se observan en ríos, lagos y mares.

En la actualidad no nos hacen falta más estudios ni más información para convencernos de que tal uso de los ecosistemas no puede continuar, a menos de que estemos dispuestos a pagar un costo sumamente elevado no sólo desde el punto de vista económico, sino particularmente desde el social.

Curiosamente, la presencia del hombre en la Tierra ocurre aproximadamente a la mitad del periodo en el que habrá vida en este planeta; en unos 3000 millones de años más, nuestra fuente de energía, el Sol, se habrá convertido en una estrella enana roja para extinguirse poco después. La vida, como hoy la conocemos, seguirá poco después también ese destino. El hombre es, como cualquier otra de los cientos de millones de especies que han existido, producto del proceso de evolución orgánica. Al adquirir la capacidad de modificar su ambiente de la manera que lo hace, el hombre amenaza el escenario evolutivo mismo del cual es un producto. ¿Podrá haber representación teatral sin escenario, ni contexto, ni otros actores que den soporte al papel del hombre?

La vida en la Tierra no se extinguirá, no importa qué atroz cataclismo pueda desatar el hombre, incluido un holocausto nuclear. En estas condiciones, la especie humana seguramente podrá desaparecer o caer en estados de deterioro social y cultural que ahora se nos antojarían totalmente inaceptables; pero la vida, el proceso de variación biológica sujeta a las fuerzas de la selección natural, continuará y tomará rumbos impredecibles. Nuevas especies poblarán este planeta y nuevos grupos dominarán la faz de la Tierra en forma

sucesiva. Formas y funciones vitales fascinantes poblarán continentes y mares. Mientras exista energía solar y pueda ser capturada por organismos que la transformen en sustancias orgánicas, la vida en la Tierra no cesará. En nuestras manos está convertirnos en un accidente curioso en la larga historia de la evolución orgánica del planeta Tierra (que, por cierto, en esas circunstancias no quedaría alguien a quien le interesara) o en tener otro tipo de trascendencia.

Ante la enorme y fatal destrucción de la naturaleza causada por cada vez más expresiones de la evolución cultural del hombre, sólo nos queda preguntarnos con un sentimiento de extrema angustia: *Quo vadimus, Homo sapiens?*

Glosario

adaptación: Conjunto de características estructurales, fisiológicas o de comportamiento que incrementan la probabilidad de que un individuo sobreviva o deje más progenie en un ambiente particular.

adecuación: Conjunto de características adaptativas de un organismo a su ambiente y que se miden, en forma integrada, por su capacidad reproductiva.

ADN: Ácido desoxirribonucleico; ácido nucleico del material genético.

aleatorio: Al azar. Cuando una observación, una medida, etc., obtenidas en una serie de eventos varía al azar, es decir, sin ningún orden o patrón respecto al propósito para el que fueron tomadas.

alelos: Cada una de las formas alternativas que puede tener un gen que se diferencia en su secuencia y que puede manifestarse en modificaciones concretas de la función de ese gen.

ambiente: Condiciones externas que afectan a un individuo y que pueden ser físicas (temperatura, humedad, acidez del agua, etc.) o bióticas (número de competidores, depredadores, parásitos, etcétera).

autofertilización: Unión de los gametos femenino y masculino de un individuo o genotipo; generalmente ocurre en las plantas.

barrera: Cualquier factor ecológico que restringe el incremento en el área de distribución de una especie.

biogeografía: Estudio de la distribución geográfica de los animales y las plantas. La fitogeografía estudia la distribución de las plantas, y la zoogeografía, la de los animales.

competición: Interacción de individuos de la misma o de diferente especie en la que un recurso limitado, requerido por los individuos, no es suficiente para satisfacer las necesidades de todos.

crecimiento exponencial: Ocurre en una población cuando el número de individuos aumenta por un factor constante; *v.g.*, 2, 4, 8, 16, 32, etc. Si se grafica este crecimiento usando logaritmos del número de individuos en el eje vertical y del tiempo en el eje horizontal, se obtiene una línea recta que expresa que hay un crecimiento determinado por un factor constante. Este crecimiento ocurre solamente en poblaciones que se encuentran en fases de baja densidad y gran abundancia de recursos o ausencia de agentes que controlen el número de individuos.

cromosoma: Estructura celular, visible durante la división de la célula, que contiene los genes distribuidos en orden lineal.

cultivar: Raza de plantas domesticadas.

depredador: Animal que se alimenta de otras especies, ya sea en forma de individuos completos o de partes de ellos. Los depredadores forman cadenas alimentarias que parten de los consumidores primarios o herbívoros y terminan en los carnívoros mayores.

deriva genética: Cambios en la composición genética de una población debidos a selecciones no

representativas de individuos al azar; ocurre especialmente en poblaciones muy pequeñas.

dimorfismo: Ocurrencia en el mismo lugar de dos formas de la misma especie; es frecuente el dimorfismo sexual entre muchos animales, como el caso de las aves, las mariposas y otros insectos.

diploide: Estado en el que cada tipo de cromosoma de un organismo está presente por duplicado.

diversidad biológica (o biodiversidad): Variabilidad del número de especies animales y vegetales representadas en un área. En términos probabilísticos, la variabilidad de un área será mayor cuanto mayor sea la dificultad de predecir qué especies aparecerían en un muestreo de la zona.

dominante: Gen que produce su efecto genotípico independientemente de la forma del gen correspondiente en el cromosoma homólogo del organismo.

especie: Grupo de organismos que pueden cruzarse en forma sexual y que está reproductivamente aislado de otros grupos semejantes de organismos. Constituye la categoría taxonómica fundamental y se designa con un binomio latino.

evolución: Cualquier cambio permanente en la estructura genética de los organismos de una generación a la siguiente.

factores bióticos: Los que resultan de las interacciones de los organismos, como el alimento para los depredadores.

fenotipo: Apariencia física de un organismo producto de la interacción de su genotipo y el ambiente en el que se encuentra.

fertilización cruzada: Unión del gameto femenino de un individuo y el gameto masculino de otro individuo o genotipo.

flujo génico: Movimiento de genes de y hacia una población resultante de la emigración o la inmigración de individuos.

fósil: Restos de un organismo preservados en algún medio natural, como la roca o el ámbar.

gameto: Célula reproductiva madura haploide (espermatozoide, óvulo, polen, etc.) que se fusiona con otra del sexo opuesto en la fertilización para producir una nueva célula diploide (cigoto).

gen: Sección de un cromosoma que contiene suficiente ADN para controlar la formación de una proteína.

género: Categoría taxonómica que incluye un cierto número de especies, por lo general estrechamente relacionadas.

genotipo: Constitución genética de un organismo, la cual puede diferir de su apariencia.

gradualismo: Concepto que sostiene que la evolución ocurre por medio de la transformación lenta y paulatina de las poblaciones, de sus ancestros a sus descendientes modificados.

haploide: Estado en el que cada cromosoma está representado sólo una vez, en contraste con el estado diploide.

herbívoros: Animales que se alimentan directamente de plantas o de sus partes (frutos, semillas, etc.). Constituyen el primer eslabón de una cadena alimentaria.

heterocigoto: Estado en el que los alelos del mismo *locus* en los cromosomas homólogos son diferentes.

híbrido: Progenie de dos padres que difieren en una o varias características heredables y que se les considera como pertenecientes a dos especies diferentes.

homínido: Primate de la familia humana, *Hominidae*, de la cual sobrevive sólo una especie: el *Homo sapiens*.

homocigoto: Estado en el que los alelos del mismo *locus* en los cromosomas homólogos son siempre iguales.

huésped: Organismo que provee de alimento, protección o algún otro recurso necesario para la vida a otro de diferente especie, el cual es el único beneficiado en esta relación y que con frecuencia causa la muerte del huésped, como es el caso típico de los parásitos.

individuo: Organismo que representa, al mismo tiempo que una unidad fisiológica totalmente autocontenida, un genotipo único.

ingeniería genética: Tecnología que pemite la transferencia de un gen o de grupos de genes de un organismo a otro, o de una especie a otra.

islas continentales: Las originadas por la separación de una porción o de una gran masa de territorio continental y que por lo general poseen una flora y fauna muy similares a las de su vecina masa continental. Ejemplo de ellas son nuestras Islas Marías.

islas oceánicas: Las originadas por actividad volcánica, en medio de un gran cuerpo de agua y por lo general separadas de las masas continentales y con una flora y fauna notablemente diferentes. Ejemplo de ellas son la isla Clarión y el archipiélago hawaiano.

liquen: Organismo resultante de la asociación simbiótica entre una especie de alga y otra de hongo; existen miles de especies de líquenes.

locus: Posición de un gen en un cromosoma.

medio (o ambiente): La suma total de las condiciones físicas y biológicas en que vive un organismo.

meiosis: Proceso de formación de gametos durante el cual ocurre una división en los cromosomas y dos en las células, reduciendo consecuentemente el número de cromosomas de diploide a haploide.

melanismo: Ennegrecimiento debido a la presencia de pigmentos melánicos en células especiales llamadas melanocitos.

mimetismo: Fenómeno por el que un organismo (el mimético) se asemeja a otro (el modelo), que suele ser más poderoso o estar mejor protegido; el mimetismo por lo general representa alguna ventaja para el mimético.

modelo: Representación esquemática o conceptual de un fenómeno que se erige como teoría o hipótesis de cómo funciona dicho fenómeno. Los modelos normalmente describen, explican y predicen el comportamiento de un fenómeno natural o de componentes del mismo.

mutación: Cambio en un gen que modifica en forma estable las características controladas por dicho gen. Un mutante es un individuo en el que una o varias características han cambiado en forma abrupta respecto al resto de la población.

paradigma: En el contexto del conocimiento humano define cuáles problemas son importantes de estudiar y, en consecuencia, influye fuertemente en la forma de abordarlos. Un paradigma dominante por mucho tiempo cambia, a veces con resistencia a dicho cambio, por el peso de la información aportada por la observación y la experimentación científicas. A medida que un número

mayor de nuevas excepciones se vuelven convincentes para rechazar un paradigma establecido ocurre la adopción de una nueva forma de ver un problema o un fenómeno, la cual se convierte en un nuevo paradigma en la ciencia.

phylum: Categoría taxonómica entre un orden y un reino (plural: *phyla*).

plántula: Producto de la germinación de una semilla, generalmente provista aún de las hojas cotiledonarias.

población: Biológicamente hablando, debe llenar las siguientes características: *a)* ser un grupo de organismos de una especie, *b)* que puedan intercambiar genes, *c)* que interactúen, *d)* que se desarrollen bajo condiciones ambientales similares, *e)* que se encuentren bajo la influencia de sus propios efectos sobre el ambiente y la de sus vecinos, y *f)* cuya selección natural esté afectada por sus atributos demográficos y por el medio físico y biótico.

poliploide: Especie cuyas células poseen un múltiplo del número normal de cromosomas de dicha especie. Los términos *tri, tetra, hexa,* etc., implican las veces que se encuentra duplicado el número cromosómico.

progenie: Descendencia dejada por un organismo o pareja de organismos como resultado de una reproducción sexual.

recesivo: Alelo cuya expresión fenotípica está encubierta si la forma dominante del alelo se encuentra presente.

recombinación genética: Formación de una nueva combinación genética resultante del cambio recíproco entre cromosomas homólogos.

recursos: Componentes del medio, ya sean bióticos o físicos, necesarios para que los individuos puedan

cumplir las diferentes fases de su ciclo de vida.

selección natural: Teoría medular del darwinismo que explica por qué los organismos mejor adaptados que otros al medio en que viven dejan mayor número de progenie fértil y viable, propagando hereditariamente sus características favorables en la población.

variación ambiental: Variación en el carácter de un organismo debido a influencias externas y que ocurre independientemente de cualquier alteración en su estructura genética.

variación genética: Variación en el carácter de un organismo, resultado de una mutación o de recombinación genética.

JOSÉ SARUKHÁN KÉRMEZ nació en la Ciudad de México el 15 de julio de 1940. Obtuvo el título de biólogo en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el de maestro en ciencias en el Colegio de Posgraduados de Chapingo y el de doctor en la Universidad de Gales en el Reino Unido. Su trabajo se ha enfocado en la demografía y ecología de poblaciones de plantas, la demografía comparativa de árboles, los estudios de ciclos biogeoquímicos en selvas tropicales, los estudios sobre la biodiversidad de México y los problemas ambientales globales y de desarrollo sustentable, así como en la educación superior y su relación con el desarrollo científico.

Durante los últimos años ha sido investigador, primero del Instituto de Biología de la UNAM (del que también fue director entre 1979 y 1986) y, desde 1986, del Instituto de Ecología, del cual es fundador. Además de sus labores de investigación, que sin duda han hecho que Sarukhán sea considerado como uno de los ecólogos latinoamericanos con mayor reconocimiento académico, ha planeado e integrado el grupo de ecología del Instituto de Biología, que cuenta con el

primer proyecto de posgrado de la especialidad en el país. En 1992 fundó, con apoyo gubernamental, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), de la cual funge, de forma honoraria, como Coordinador Nacional por designación presidencial desde su inicio.

Asesor y presidente de numerosos organismos nacionales e internacionales, ha recibido distinciones de las sociedades botánicas de los Estados Unidos y de México, además del Premio Nacional Forestal (1979) y el Premio de la Academia de la Investigación Científica (1985), de la que también fue presidente. Durante el desempeño de este puesto, jugó un importante papel en la creación e instauración del Sistema Nacional de Investigadores. El doctor Sarukhán obtuvo también el Premio Nacional de Ciencias y Artes en el área de Ciencias Físico-matemáticas y Naturales (1990).

Entre sus principales contribuciones está su estudio pionero sobre la dinámica del proceso de sucesión secundaria en zonas tropicales del mundo; un estudio sucesional de un área talada en Tuxtepec, Oaxaca, que sienta las bases para el entendimiento de las primeras fases de recuperación de las zonas taladas en regiones tropicales dedicadas a la agricultura trashumante. De igual manera, realiza investigaciones sobre la sinecología de las selvas de terminalia amazónica en la vertiente del Golfo de México, investiga la demografía de malezas de pastizales en el norte de Gales y hace aportaciones consideradas clásicas en la literatura sobre ecología de poblaciones.

Créditos de las figuras

pp. **24**, **30**, **31**, **33**, **34**, **36**, **56**, **63**, **85**, **88**, **90**, **106**, **109**, **110**, **115**, **117**, **124**, **133**, **146**, **150**, **158**, **206**, **241**, **248**, **253**, **257**, **266**, **292**, **298**, **315**, **333**

© photos.com

p. **39**

© http://www.sil.si.edu/digitalcollections/hst/scientific-identity/fullsize/SIL14-M002-16a.jpg

p. **45**

© José Francisco Ibarra Meza, con base en el mapa publicado en K. J. R. Edwards, *Evolution in Modern Biology*, Londres, Edward Arnold, 1977.

p. **51**

© George Doyle y Ciaran Griffin, Eric Isselée, Jupiterimages, ablestock.com, Erik Lam y Marina Maslennikova.

p. **59**

© http://mulibraries.missouri.edu/specialcollections/exhibits/darwin/images/lyell1.jpg

p. **62**
© Reto Steffen

p. **73**
© Stephan Jay Gould, *Time's Arrow, Time's Cycle*, Cambridge, Harvard University Press, 1987.

pp. **82**, **143**, **169**, **184**, **218**, **248**, **260**, **269**, **325**
© Wikimedia Commons

p. **83**
© Anthony Baggett

pp. **93**, **94**, **95**
Sarukhán, José, *Introducción a la ecología de poblaciones. Un enfoque demográfico*, México, Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología/Compañía Editorial Continental, 1987.

pp. **98**, **103**
© Georgios Kollidas

p. **132**
© http://darwin.evoluciona.org/documents/00/es/gral_foto_low/content/inici/la_sort_del_beagle.html

p. **161**
© Michael Zysman, Burt Johnson, dlrz4114, Roger De Marfà

p. **162**

© José Francisco Ibarra Meza, con base en el mapa publicado en Alana, Morehead, *Darwin: la expedición en el* Beagle *(1831-1836)*, Barcelona, Serbal, 1980.

p. **165**

© http://animal.memozee.com/view.php?tid=2&did=19267

p. **177**

© http://www.Odysseus-unbound.org/images/Burlington_House_building.jpg

p. **184**

© http://www.Search.secretshropshire.org.uk/content/images/257/261/Resource/15268-0.jpg

p. **188**

© Steen Wackerhausen

pp. **8**, **193**

© Jupiterimages

p. **211**

Simpson, George G., *Fósiles e historia de la vida*, Barcelona, Labor, 1985 (Biblioteca Scientific American).

p. **212**

Cortesía de LuEsther T. Mertz Library.

p. **213**

© http://serc.carleton.edu/microbelife/research_methods/genomics/modgen.html (publicada por Norm Pace en 1997)

p. **239**

Mauricio Gómez Morín, con base en la ilustración publicada en Charles Darwin, *El origen de las especies*, México, Consejo de Ciencia y Tecnología, 1982.

p. **285**

© http://blesstheweather.files.wordpress.com/2007/06/down-house-305007-007.jpg

p. **299**

© NASA.gov

p. **305**

© Claude Nuridsany y Marie Perennou/Science Photo Library (http://sciencephoto.com/)

pp. **308**, **311**

E. O. Wilson *et al.*, *Life on Earth*, Stamford, Sinauer, 1973.

p. **310**

© Eye of Science/Science Photo Library (http://sciencephoto.com/)

p. **323**

© Comstock Images

p. **328**
Cortesía de Daniel Piñero

p. **330**
© Christian Musat

aborígenes australianos, exterminio de los: **166**

Academia de Ciencias de Francia (Académie des Sciences): **35**

ácido desoxirribonucleico (ADN): **192**, **303**; evolución del, **327**

Aconcagua, volcán: **154**

Adán: **32**

adecuación individual: **326**

África: **263**, **279**, **308**, **309**, **317**

Agassiz, Louis: **32**

agricultura, invención de la: **45**; origen de la, **46**, **49**

Ajusco, sierra del: **298**

Albemarle, isla: *vid*. Isabela, isla

Alejandro el Grande: **16**

Alemania: **34**, **69**, **82**, **125**

«Alguien que desea el bien de la humanidad»: *vid*. Townsend, Joseph

Alighieri, Dante: **58**

Almirantazgo británico: **131**, **134**, **153**, **175**, **232**, **233**, **269**

Alpes franceses: **60**

Álvarez, Louis: **76**; Walter, **76**

Amazonas, río: **251**; selva del, **224**, **246**, **253**

ambiente, influencia del: **290**-**291**; biótico, **205**, **298**; físico, **206**, **298**

América: **46**, **143**, **157**, **210**, **317**; del Sur, **79**, **130**, **133**, **144**, **153**, **156**, **170**, **180**, **197**, **199**, **245**, **264**

Ana, reina: **100**

Anaximandro: **30**

Andes, cordillera de los: **46**, **152**, **168**, **196**, **216**; terremoto en los, **154**-**155**

anemia falciforme: **307**-**309**

Annals and Magazine of Natural History: **250**, **252**, **258**

Antártida: **234**

antibióticos: **311**-**314**

antigüedad del hombre, La: **79**, **81**, **276**

archipiélago malayo, El: **278**

Argentina: **79**, **150**, **152**, **155**, **264**

Aristóteles: **29**, **30**

armadillo gigante: **143**

Armançon, río: **35**

arrecifes coralinos, origen de los: **167**-**168**, **199**-**200**

Ártico: **159**, **299**

Asamblea Representativa: **118**

Ascensión, isla: **170**

Asia: **46**, **47**, **317**

Asociación Británica para el Avance de la Ciencia: **83**

Aspromonte: **55**

astronomía: **33**, **187**

Atacama, desierto de: **155**, **157**

Athenaeum, Club: **202**

Atlántico, Océano: **134**, **149**, **168**-**170**, **251**
atolón: **167**-**168**
atómica, teoría: **270**
Australia: **166**, **167**
Autobiografía [de Ch. Darwin]: **128**, **185**, **282**
autofertilización: **302**
avestruz: **149**

bacterias al hombre: la evolución, De las: **32**8
Bahía: **139**, **140**, **170**
Bahía Blanca: **141**, **142**, **145**, **149**
Barranca del Cobre: **67**
barreras reproductivas: **319**
Basket, Fuegia: **146**-**148**
Bates, Henry Walter: **251**-**253**
Bath: **101**, **122**, **125**
Bazentin: **40**
Beagle: passim
Beaufort, capitán: **131**
Beethoven, Ludwig van: **231**
Bell, Thomas: **262**
Berkshire: **102**
Berlanga, Tomás de: **158**
Biblia: **115**, **145**, **164**, **267**
binomial, sistema: **208**, **210**
biogeografía: **70**, **202**, **236**, **329**
Biston betularia: **30**4-**307**
bobos de patas azules (alcatraz patiazul): **160**

Bonaparte, Napoleón: **169**, **170**
Bonn: **69**
Borgoña: **35**
Bosquejo de un cuadro histórico de los progresos del espíritu humano: **118**
Boulton, Matthew: **183**
Bragg, sir William Lawrence: **26**
Brasil: **138**, **139**, **160**, **166**, **170**
Brontë, Charlotte: **254**; Emily, **254**
Bruno, Giordano: **16**, **332**
Buckland, William: **59**, **60**, **67**
Buena Esperanza, Cabo de: **168**
Buenos Aires: **141**, **144**, **149**, **151**
Buffon, Georges-Louis Leclerc (conde de): **35**-**40**
Butler, doctor: **185**
Buttons, Jemmy: **146**-**147**, **151**
Bynoe, médico del *Beagle*: **153**
Byron, George Gordon (lord): **186**

caballos fósiles: **143**
Cabo Verde: **137**
cadena de los seres: **32**, **40**
California, Universidad de: **76**
Calíope: **17**
Cambridge, Universidad de: **101**, **102**, **104**, **106**, **121**, **127**, **128**, **130**, **136**, **137**, **169**, **176**, **187**, **196**, **197**
Canarias, islas: **129**, **136**, **137**
Canis lupus: **193**; *lupus familiaris*, **50**

caracteres: dominantes, **273**, **302**-**303**; recesivos, **302**-**303**
características sexuales secundarias: **280**
«carga de la caballería ligera, La»: **257**
Carta sobre los ciegos: **36**
Catania: **55**, **56**
catastrofismo: **67**-**68**, **74**-**75**, **77**, **78**, **84**
Cayo Plinio Segundo: **187**
censos poblacionales: **115**
cerrojillo: **238**
Chagas, mal de: **263**-**264**
Chambers, Robert: **254**
Chamonix: **60**
Chester, míster: **134**-**135**
Chichester, arzobispo de: *vid*. Otter, William
Chihuahua: **67**
Chile: **79**, **153**-**155**, **157**, **264**
Chiloé: **126**, **153**, **154**
chimeneas volcánicas: **159**
chinche hocicona: **264**
Christ College (Cambridge): **127**
Cinchona: **245**
cirrípedos: **256**, **257**
Ciudad del Cabo: **168**, **169**
Clark, sir Andrew: **286**-**287**
Claverton: **101**, **121**
Clío: **17**
Clío, barco: **148**

Cobbett, William: **87**-**89**, **91**

Coco, isla: **158**, **242**

Colegio [de la Compañía] de las Indias Orientales (Hertford): **122**

Colegio Real de Cirujanos (Londres): **178**

Colón, archipiélago de: **157**

combustibles fósiles: **44**, **73**

cometas: **76**

Concepción: **154**

Condorcet, Marie-Jean-Antoine Nicolas de Caritat (marqués de): **117**, **118**

continentales, islas: **157**, **242**

control poblacional: **120**

Copérnico, Nicolás: **11**, **15**, **16**, **26**, **332**

Copiapó: **155**

Copley (Medalla): **82**, **83**, **269**

Coquimbo: **155**

cormoranes sin alas: **160**

Cornualles, península de: **170**

Cosigüina, volcán: **154**

Costa Rica: **158**

Covington, Syms: **142**, **144**, **154**, **175**, **176**, **179**, **189**, **215**-**218**, **220**

Creación: **63**, **144**, **164**

creacionismo: **31**, **34**

creatividad humana: **29**

crecimiento exponencial: **38**, **92**-**96**, **294**-**296**; capacidad de, **96**, **221**-**222**

crecimiento poblacional: **44**, **111**, **337**

Crimea, Guerra de: **257**
cromosomas: **303**
Crónicas, Libro de las: **115**
Cumbres borrascosas: **254**, **255**
Cuvier, Georges: **61**
Daily Telegraph: **257**
Dalton, Jane: **99**, **121**; Richard, **121**
Darjeeling, té de: **129**-**130**, **220**
Darwin, Anne Elizabeth: **229**, **234**, **255**-**256**; Catherine, **130**, **131**, **185**, **224**, **225**, **228**, **263**; Charles, *passim*; método de, **181**; Charles Waring, **230**, **259**, **287**; Elizabeth, **230**, **287**; Erasmus I, **34**, **183**, **184**, **186**, **282**; Erasmus II, **179**, **185**, **186**, **196**, **198**, **217**, **218**, **224**-**228**, **234**, **254**, **263**, **283**, **284**, **287**; Fox, W., **159**; Francis, **230**, **255**, **282**, **287**; George Howard, **230**, **263**; Henrietta Emma, **230**, **232**, **263**, **280**, **287**; Horace, **230**, **256**; Leonard, **230**, **255**; Mary Eleanor, **230**, **232**, **287**; Robert Waring, **129**, **131**-**132**, **183**-**186**, **224**, **228**, **229**, **255**; Susan, **224**, **228**, **263**; William Erasmus, **229**, **233**, **263**
darwinismo, síntesis moderna del: **270**, **327**
David, rey: **115**
deísmo: **32**, **40**, **42**
Delphinus fitzroyi: **141**
Demócrito: **270**
depredador: **52**
desarrollo intelectual y capacidad craneana: **279**
desarrollo tecnológico: **44**
De Vries, Hugo: **320**
Diario de las investigaciones sobre la geología y la historia natural de los países visitados durante el viaje del

H. M. S. Beagle, *1832-1836 alrededor del mundo*: **135**, **189**, **219**

Dickens, Charles: **202**

Diderot, Denis: **36**

diferentes formas de flores en plantas de la misma especie, Las: **282**

Dijon: **31**

diluvianismo: *vid*. catastrofismo

diluvio universal: **31**-**32**, **68**, **144**

dimorfismo sexual: **279**-**280**

dinosaurios: **76**

diploide: **322**

Discurso sobre el estilo: **35**

Disertación sobre las leyes de los pobres: **111**

Distrito Federal: **298**

Dobzhansky, Theodosius: **327**

domesticación: evolución bajo, **48**; proceso de, **47**, **49**, **50**, **52**, **189**, **194**-**195**, **294**; selección bajo, **294**

domesticados, organismos: **47**

Dorking: **97**

Down: **164**, **214**, **230**, **231**, **233**, **254**, **255**, **263**, **274**, **281**, **282**, **284**-**287**

Down, síndrome de: **321**

Earle, Augustus: **139**, **151**

Ecuador: **156**, **158**, **161**; línea del, **138**, **157**, **160**

Edimburgo: **127**, **186**, **187**, **215**, **216**, **218**, **219**; Universidad de, **186**, **198**

efectos del cruzamiento y la autofecundación en el reino vegetal, Los: **282**

Einstein, Albert: **11**, **15**, **23**, **25**, **331**
El Callao (puerto): **155**
El Carmen: **149**
Eldredge, Niles: **12**, **328**
Elementos de geología: **219**
El Monte: **183**, **185**, **263**
El Niño, corriente de: **157**
Empédocles: **30**, **36**
emú: **149**
Encuesta acerca de la justicia política: **118**
Encuesta sobre el presente estado de la población de Inglaterra y *de Gales*: **116**
Enquirer, The: **116**
Ensayo sobre el principio de la población y de la forma en que afecta el progreso futuro de la sociedad, con comentarios sobre las especulaciones de mister Godwin, monsieur Condorcet y otros escritores: **89**, **91**, **92**, **114**, **116**, **120**, **124**, **126**, **220**, **223**
Ensayos sobre los fundamentos del origen de las especies: **190**
Eoceno: **72**-**73**
equilibrio: poblaciones en, **295**; puntuado, **328**-**329**
Erato: **17**
Erebus: **233**, **234**
eritrocitos: **307**
Erythrina: **208**
Escandinavia: **119**
esclavos africanos: **139**
Escocia: **57**, **176**, **234**

Escuela de Derecho Lincoln: **61**

especie: **314**-**315**; concepto biológico de, **316**-**320**

especies, inmutabilidad de las: **179**, **194**; problema de las, **70**, **180**, **214**, **220**; transmutación de las, **300**

espermatozoides: **319**, **321**

Estados Unidos: **12**, **73**, **88**, **266**, **314**

Estrómboli, volcán: **55**

Estructura y distribución de los arrecifes coralinos: **145**

Etiopía: **46**

Etna, volcán: **55**, **56**, **66**

Euclides: **186**

Europa: **66**, **81**, **100**, **105**, **107**-**109**, **119**, **194**, **198**, **210**, **280**, **307**

Euterpe: **17**

Evolución: la nueva síntesis: **32**7

Exeter College (Oxford): **58**-**61**

existencia, lucha por la: **250**, **295**-**297**

expresión de las emociones en el hombre y en los animales, La: **281**

extinciones: **34**, **329**

facultad del movimiento en las plantas, La: **283**

Falkland, islas: *vid*. Malvinas, islas

Falmouth: **170**, **171**

fenotipo: **302**

Fernandina, isla: **156**

fertilización cruzada: **301**-**302**

fertilizantes: **53**, **338**

feto humano, desarrollo del: **214**

Filosofía zoológica: **40**

filósofos sociales: **91**, **124**

Fisher, Ronald A.: **324**

fitogeografía: **234**

FitzRoy, Robert: **130**, **131**, **133**-**135**, **137**-**139**, **141**, **145**-**149**, **151**, **153**, **155**, **164**, **165**, **167**, **170**, **180**, **219**, **267**, **269**

Fleming, sir Alexander: **312**

Forfarshire: **57**

formación de humus por medio de la acción de los gusanos y observaciones sobre sus hábitos, La: **283**

fosilización, proceso de: **204**-**205**

Francia: **34**, **39**, **57**, **60**, **109**, **118**, **124**, **150**

Frankenstein: **118**

Franklin, Benjamin: **124**

Freud, Sigmund: **15**

fuerzas tectónicas: **205**

Galápagos, iguanas de las: **159**, **160**; islas, **155**-**165**, **179**, **180**, **221**, **234**-**238**, **242**, **294**; tortugas de las, **159**, **160**, **163**, **238**

Gales: **129**, **144**, **252**

Galilei, Galileo: **11**, **16**, **332**

ganado, criadores de: **191**, **301**

gauchos: **149**

Gemellaro, Giuseppe: **56**, **57**, **66**

gémulas: **270**-**271**

generación espontánea: **37**

genes: **301**-**303**

Génesis: **31**, **145**, **164**

genética: deriva, **323**-**324**; diversidad, **318**; información, **294**, **303**; recombinación, **325**-**326**; teoría,

290; de poblaciones, **324**, **327**
genética y el origen de las especies, La: **327**
genotipos: **295**, **302**, **326**
geográficas, barreras: **316**, **318**-**319**
Geología: **59**
Glasgow, Universidad de: **234**
Glenfyddich: **176**
Glen Roy (fiordo): **176**, **177**, **217**, **219**
Glyptodon: **143**
Godwin, William: **116**, **117**, **118**
Goethe, Johann Wolfgang von: **34**
Gould, John: **178**, **179**, **236**, **237**; Stephen J., **71**, **328**
gradualismo: **75**-**76**, **271**-**272**
Grampianos, montes: **57**
Gran Bretaña: **89**, **107**, **108**, **129**, **136**, **146**, **153**, **170**, **178**, **190**, **268**, **269**, **274**, **280**, **285**-**286**, **304**
Grant, Robert Edmund: **187**
Graves, Richard: **101**, **103**, **104**, **122**
Gray, Asa: **261**
Great Marlborough (calle): **179**, **198**, **219**
griega, mitología: **16**
grupos sanguíneos humanos: **291**, **293**
gusanos de tierra: **283**-**284**
Haendel, Georg Friedrich: **231**
Haileybury: **122**
Haldane, John Burdon Sanderson: **324**
Halmahera, isla de: **253**
haploide: **321**-**322**

Hart, calle: **69**, **197**

Harvard, Universidad de: **32**, **261**, **327**

Hawai: **242**

Heinzendorf: **270**

Heisenberg, Werner: **335**

Helicón, monte: **16**

hemoglobina S: **307**

Henslow, Frances, **285**

Henslow, John Stevens: **127**-**131**, **134**, **137**, **159**, **170**, **176**, **197**, **198**, **201**, **268**, **285**

herbicidas: **52**

herencia, leyes de la: **301**-**302**; mecanismos de la, **294**-**295**; de caracteres adquiridos, **41**, **271**; independiente, **303**; mezclada, **271**-**273**

Herschel, John: **129**, **168**, **169**

Hertford, castillo de: **122**, **123**

Hesíodo: **17**

hexaploide: **321**

híbridos estériles: **322**; poliploides, **321**-**323**

Himalaya, cordillera del: **256**

Historia del hombre: **220**

«Historia natural del asno»: **38**

Historia natural, general y particular: **36**

Holanda: **125**

Holland, doctor: **263**

homínidos: **44**

Homo sapiens: **11**, **314**, **332**, **334**, **339**

Hooker, Joseph Dalton: **58**, **233**-**236**, **256**-**262**, **264**, **265**, **268**, **269**, **274**, **285**, **288**; William, **58**, **235**

Horner, Leonard: **69**, **83**, **198**; Mary Elizabeth, **69**, **198**, **200**, **201**, **281**

Hornos, Cabo de: **151**, **153**, **266**

Humboldt, Alexander von: **61**-**62**, **129**, **136**, **252**; Corriente de, **157**

Hume, David: **98**-**100**, **108**-**109**, **117**

Hutton, Thomas: **74**

Huxley, Julian: **270**, **327**; Thomas Henry, **26**, **256**, **267**, **268**, **273**, **274**, **285**, **288**, **289**

Hynčice: **270**

icebergs: **84**

Ilustración inglesa: **36**, **41**

India: **122**, **256**, **308**, **316**

Índico, Océano: **167**, **200**, **256**

Indochina: **46**

Indonesia: **269**

industrial, melanismo: **304**, **307**

ingeniería genética: **44**

Inglaterra: **34**, **47**, **58**, **62**-**64**, **67**, **89**, **97**, **98**, **100**, **102**, **107**, **110**, **112**, **124**, **137**, **140**, **146**, **150**, **153**, **164**, **170**, **184**, **186**, **187**, **251**, **252**

inseminación artificial: **194**, **316**

Introducción a las ciencias naturales: **129**

investigación científica: **24**, **336**

Investigación sobre la causa de los elevados precios de las provisiones: **119**

Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones: **89**

Iquique: **155**

Isabel I: **109**
Isabela, isla: **156**-**157**, **221**
islas británicas: **61**, **114**, **167**, **170**, **177**
Islas Cocos: **167**, **168**
Italia: **60**, **66**
Jameson, Robert: **133**
Jamestown: **169**
Jamieson, Thomas F.: **177**
Jane Eyre: **254**
Jardines Reales de París: **35**
Jenkin, Fleeming: **271**-**273**
Jenner, Edward: **110**
Jesus College (Colegio de Jesús, Cambridge): **102**, **106**, **119**, **121**
Johanson, Don: **279**
Johnson, Joseph: **118**
Jónico, mar: **55**
Jorge I: **100**
Kant, Immanuel: **33**, **116**
Kelvin, William Thomson (lord): **84**, **271**
Kent: **230**
King's College (Londres): **69**
King's Cross: **276**
Kingston, lord: **35**
Kinnordy: **57**
Kirremuir: **57**
Klein, Johann: **28**
Kopernik, Mikołaj: *vid*. Copérnico, Nicolás

Lack, David: **242**

Lamarck, Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet (caballero de): **32**, **35**, **37**, **40**-**43**, **69**, **129**, **186**, **235**; leyes de, **41**

Laplace, Pierre-Simon (marqués de): **33**, **335**

Lawson, Nicholas: **161**, **163**

Leakey, Louis: **279**; Mary, **279**; Richard, **279**

leguminosas: **208**

Leibniz, Gottfried Wilhelm: **36**

Leicester: **252**

Lejano Oriente: **257**

leogres: **316**

Lewis, John: **287**

Lexington: **148**

Leyes de Asentamientos: **109**; de los Pobres, **109**-**114**

Ley sobre Correspondencia Traicionera: **107**

Ley sobre los Extranjeros: **107**

Lima: **155**

Lincolnshire: **121**

linneano, sistema: **317**

Linneo: **37**, **208**, **210**

líquenes: **58**

Llandaff, obispo de: **108**

Locke, John: **41**

Londres: **61**, **62**, **67**, **69**, **79**, **83**, **90**, **100**, **102**, **125**, **130**, **150**, **153**, **171**, **175**, **179**, **189**, **197**, **202**, **214**, **216**, **219**, **224**, **229**, **230**, **233**, **234**, **254**, **256**, **267**, **283**; Universidad de: **69**, **228**

Lubbock, John: **287**

Luis XVI: **107**

Lyell, Charles: *passim*; Frances, **58**; de Kinnordy (padre), **57**, **58**, **66**; Tom, **58**

MacCormick, Robert: **132**-**135**, **140**, **233**

macromutaciones: **324**-**325**

Maer Hall: **171**, **176**, **187**, **219**, **224**, **225**, **228**, **233**

Magallanes, estrecho de: **126**, **147**

maíz: **46**, **272**

malaria falciparum: **309**

Malasia: **246**

malayo, archipiélago: **251**, **256**, **269**

Maldonado: **149**

malezas: **52**

Malthus, Anne Catherine: **99**; Daniel I (bisabuelo), **100**; Daniel II (padre), **98**-**101**, **106**, **119**; Eliza Maria, **99**; Emily, **122**; Harriet [Eckersall], **119**, **121**, **122**, **125**; Henrietta Catherine [Graham], **98**, **99**, **119**; Henrietta Sarah, **99**, **104**; Henry, **122**; Lucy, **123**, **125**; Mary Catherine, **99**; Sydenham, **99**; Thomas Robert, *passim*

Malvinas, islas: **146**, **148**, **149**, **151**

Marías, Islas: **157**

Marina Real: **132**, **134**, **136**, **138**, **165**, **269**

mariposa monarca: **292**

Martens, Conrad: **151**

Matthews, Richard: **147**, **148**

Maupertuis, Pierre Louis Moreau de: **39**

Mauricio, isla: **168**

Mayfair, barrio de: **234**

Mayr, Ernst: **327**, **332**
McGillivray, William: **187**
Medio Oriente: **46**, **308**
Mediterráneo, mar: **46**, **55**, **66**, **134**
Megalonyx: **143**
megateroide: **142**
meiosis: **321**-**323**
mejoramiento genético: **52**
Melpómene: **17**
Memorias [de William Otter]: **103**
Mendel, Gregor Johann: **270**, **291**, **294**, **301**-**303**, **319**-**320**, **324**; leyes de, **302**-**303**
Mendoza: **155**
Mercedes: **149**
Mérida: **298**
Mesina, estrecho de: **55**
Mesoamérica: **46**, **317**
Mexicali: **299**
México: **18**, **217**, **264**, **318**; ciudad de, **157**, **298**; valle de, **298**
mil y una noches, Las: **139**
Mill, John Stuart: **126**
mimetismo batesiano: **253**
Minster, York: **146**-**147**
Mioceno: **72**-**73**
Misisipi: **73**
Mivart, St. George Jackson: **271**, **273**
Molucas, mar de las: **243**; islas, **253**
mongolismo: *vid*. Down, síndrome de

Montbard: **35**

Montesquieu, Charles-Louis de Sécondat (barón de): **124**

Montevideo: **140**, **141**, **149**, **151**

Morgan, Thomas Hunt: **324**

Morning Post: **125**

Mozart, Wolfgang Amadeus: **226**, **231**

Murchison, sir Roderick: **66**, **77**, **256**

Murray, John III: **67**, **265**, **280**-**282**, **284**

Museo Británico: **176**, **178**, **228**, **236**, **256**

Museo de Alejandría: **16**

Museo de Historia Natural de Edimburgo: **187**, **217**

Museo de Historia Natural de Madrid: **142**

Museo de Historia Natural de París: **178**

Museo de la Sociedad Zoológica de Londres: **178**

Museo de Zoología Comparada de Harvard: **32**, **71**, **327**

mutaciones: **190**, **310**, **320**-**324**; cromosómicas, **320**-**321**; neutrales, **321**, **323**-**324**; puntuales, **320**-**321**, **325**

mutagénicas, sustancias: **321**

Mylodon: **143**

Nápoles: **55**

Neanderthal, valle del: **82**; hombre de, **279**

Nelson, Horatio (lord): **63**-**64**

neodarwinismo: **290**, **326**-**328**

Neptuno, bautizo del rey: **138**

Newton, sir Isaac: **11**, **35**, **39**, **103**, **115**, **288**, **289**, **331**

Niágara, cataratas del: **73**

Nightingale, Florence: **257**

Nobel, premio: **24**, **26**

Noé: **32**, **67**-**68**

Nomenclatura, sistemas no europeos de: **210**

Norfolk: **65**

Norwich: **65**

Nottingham: **102**

Nueva York: **267**

Nueva Zelanda: **166**

Nuevo Mundo: **38**

ñandú: **149**

Observaciones geológicas sobre las islas volcánicas visitadas en el viaje del Beagle: **145**

Observaciones geológicas sobre Sudamérica: **145**

Observaciones sobre los pagos hereditarios; sobre los esquemas para proveer anualidades a viudas y personas de edad avanzada; sobre el método para calcular los valores de los seguros de vida, y sobre la deuda nacional. También, ensayos sobre diferentes temas en la doctrina de pagos vitalicios y política aritmética; una colección de nuevas tablas y un epílogo sobre la población del reino: **116**

Oceanía: **38**, **256**

oceánicas, islas: **157**, **236**, **237**

Okewood: **105**, **107**, **117**, **121**

organismos domesticados, variación en: **189**

origen del hombre y la selección en relación al sexo, El: **275**, **281**

Orinoco, río: **251**

Osorno, volcán: **153**, **154**

Otter, William (arzobispo de Chichester): **103**, **107**, **119**, **125**

Owen, Richard: **202**, **267**, **273**
Oxford, Universidad de: **58**-**61**, **63**, **101**-**102**, **187**, **267**
Pacífico, Océano: **134**, **151**, **156**-**158**, **166**, **200**; hundimiento del Océano, **168**, **200**
Paddington: **276**
pájaros carpinteros: **178**
Palacio de Cristal (Londres): **256**
paleoecología: **85**
palomas, cría de: **190**, **195**
pampa, región de la: **144**, **149**, **150**
Panamá: **158**
pangénesis: **270**-**272**
Paraná, río: **144**
París: **98**, **118**
Patagonia: **141**
patógenos: **52**
Peacock, George: **130**-**131**
penicilina: **312**
perezoso gigante: **143**
Perkins, doctor: **244**, **245**
Pernambuco: **170**
Perú: **157**
Philosophia naturalis principia mathematica: **103**
Picardía: **40**, **118**
picudo: **52**
pinzones: **160**, **163**, 173, **236**-**238**, **240**, **242**
Piñero, Daniel: **328**
Pirineos: **68**

Pitt, monte: **156**
Pitt, William: **107**
plaguicidas: **53**, **314**, **338**
plantas insectívoras, Las: **281**
plantas insectívoras: **281**
Plioceno: **73**
Plymouth: **135**, **136**, **170**
polidactilia: **39**
Polimnia: **17**
polimorfismo: **292**; sexual, **292**
poliploidia: **321**-**322**
Ponce de León, Juan: **160**
Popper, Karl R.: **181**
Praia: **137**-**138**
Price, Richard: **116**, **117**
Priestley, Joseph: **102**
prímulas: **320**
Principios de geología o los cambios modernos de la Tierra y sus habitantes: **67**-**68**, **70**, **73**-**74**, **78**, **79**, **80**, **82**, **141**, **145**, **152**, **201**, **202**, **207**, **265**, **278**
Principios de política económica: **103**
progresionismo: **32**
Protogaea: **36**
Proverbios, Libro de los: **287**
Puebla: **205**
puerperal, fiebre: **27**-**28**
Punta Alta: **142**, **144**
Quarterly Review: **265**
Quercus: **31**8

rayos X: **26**

razas: **48**, **50**, **52**, **189**-**192**, **323**; de perros, **50**, **193**, **194**; humanas, **82**, **192**, **279**, **291**

Reales Jardines Botánicos de Kew: **87**, **234**, **235**, **269**

Real Sociedad (Royal Society): **35**, **82**, **83**, **116**, **125**, **228**, **269**

Real Sociedad de Horticultura: **188**

Real Sociedad de Literatura: **125**

recursos, competición por: **296**

registro fósil, imperfecciones del: **203**-**205**, **328**

reinita: *vid*. cerrojillo

relatividad, teoría de la: **23**, **25**

República Checa: **270**

respuestas inmunológicas: **192**

Resumen de un ensayo sobre el origen de las especies y las variedades: **265**

Revista de la Sociedad de Ciencias Naturales de Brno: **270**

Revolución: agrícola, **45**; francesa, **100**, **106**, **107**, **108**, **117**, **118**; industrial, **47**, **108**, **306**

revolutionibus orbium coelestium, De: **16**

Ricardo, David: **124**

Rin, río: **82**

Ringwood: **58**

Río de Janeiro: **135**, **140**, **233**

Río de la Plata: **140**, **141**, **149**, **151**

Robespierre, Maximilien de: **118**

rosáceas: **210**

Rosas, Juan Manuel: **149**, **150**

Ross, capitán: **234**
Rousseau, Juan Jacobo: **98**, **100**, **108**-**109**
Rudwick: **75**
Ruhe, familia: **39**
Rutherford, Ernest: **84**
Saint-Hilaire, Geoffroy: **34**
Salisbury: **58**
Salvador: **139**
San Carlos: **153**
San Cristóbal, isla: **156**, **158**
San Juan Raya: **205**
Santa Cruz, río: **152**
Santa Cruz de Tenerife: **136**
Santa Elena, isla: **169**, **234**
Santa María, isla: **161**, **164**
Santiago, isla: **137**
Scutari: **257**
Sedgwick, Adam: **77**, **129**, **144**, **196**, **197**, **232**, **267**
Seen-Lang: **243**-**245**, **247**-**252**
segunda Guerra Mundial: **312**
selección: agentes naturales de, **50**; artificial, **50**-**52**; balanceadora o estabilizante, **309**; direccional, **307**; disruptiva, **311**; natural, **33**, **52**, **290**-**297**, **303**-**304**, **324**-**329**; sexual, **279**, **280**
selva brasileña: **160**
Semmelweis, Ignaz Philipp: **27**-**28**
Senegal: **137**
Shakespeare, William: **186**

Shelburne, William Petty Fitzmaurice Lansdowne (Lord): **228**

Shelley, Mary Wollstonecraft Godwin: **118**

Shrewsbury: **47**, **171**, **176**, **183**, **185**, **187**, **219**, **224**, **225**, **228**, **255**

Shropshire: **129**, **183**

Sicilia: **55**, **67**

Sierra Madre Oriental: **298**

Simpson, George G.: **327**

Singapur: **256**

Siria: **46**

Sistema de animales invertebrados: **40**

sistemática y el origen de las especies, La: **32**7

Smith, Adam: **89**, **102**, **115**, **117**

Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia: **11**, **12**, **17**, **33**, **48**, **182**, **190**, **202**, **207**, **266**-**268**, **270**, **272**, **275**, **280**, **288**, **301**, **329**, **330**

«Sobre la degeneración de los animales»: **38**

Sobre las pruebas geológicas de la antigüedad del hombre: **79**, **81**

Sobre la tendencia de las variedades a diferenciarse indefinidamente de los tipos originales: **250**

Sociedad Geológica: **61**, **67**, **83**, **176**, **200**, **228**, **233**

Sociedad Linneana: **61**, **176**, **235**, **258**, **259**, **261**, **262**, **265**, **266**

Sociedad Lunar: **183**

Sociedad Misionera Anglicana: **147**, **148**

Sociedad Pliniana: **187**

Sociedad Zoológica de Londres: **178**
Sonora, desierto de: **157**
Sorbona: **39**
Southampton: **58**
Speenhamland, sistema: **111**
Steuart, sir James: **124**
Stokes, John Lort: **135**, **136**, **138**, **165**
Strathmore: **57**
subespecies: **323**
Suffolk: **134**
Suiza: **60**
Surrey: **87**, **97**, **100**
Sussex: **125**
Sydney: **167**
Tahití: **166**
Talcahuano: **154**
Talía: **17**
Támesis, río: **67**, **102**, **171**, **175**
Tapachula: **299**
Tasmania: **167**, **262**
Taunton, Robert C.: **121**
Tehuacán: **205**
Teide, volcán: **136**
tejidos y órganos, transplantes de: **192**
Tenerife, isla de: **129**, **136**
Tennyson, Alfred: **121**, **257**; George, **121**
teología: **31**-**32**
teoría de la Tierra, La: **74**

Tepexi de Rodríguez: **205**
Terciario: **70**, **72**; inferior, **144**
Ternate: **245**, **252**-**254**
Terpsícore: **17**
tetraploide: **321**-**322**
tiempo profundo: **85**-**86**
Tierra del Fuego: **130**, **134**, **146**-**148**, **151**, **153**
Tierra, edad de la: **84**, **207**
tifón: **241**
tigrones: **316**
Times, The: **125**, **267**
Tirreno, mar: **55**
tories: **107**, **134**
Townsend, Joseph: **111**
Toxodon: **143**
Trafalgar, batalla de: **63**; plaza de, **233**
trigo: **46**
triploide: **322**
Trípoli, piratas de: **55**
Turner, Dawson: **58**, **63**-**65**
Turquía: **46**
Ucrania: **47**
uniformitarismo: **74**-**77**, **202**
Upper Gower, calle: **228**, **229**
Urania: **17**
Ussher, James: **31**, **67**
Valdivia: **154**
Valparaíso: **151**, **152**, **155**

vapor, máquina de: **183**

variabilidad: herencia de la, **290**; ambiental, **290**-**291**, **300**; geográfica, **291**-**292**; heredada, **290**; individual, **192**, **290**

variación de los animales y las plantas bajo domesticación, La: **48**, **270**

Vavilov, Nikolai I.: **46**

vestigios de la historia natural de la Creación, Los: **254**

Viajes por el Amazonas: **256**

Vicia: **208**

Victoria, reina: **83**, **255**

victorianos, granjeros y agricultores: **47**

vida de Erasmus Darwin, La: **282**

vida y la correspondencia de Charles Darwin, La: **282**

Viena: **27**

Vincennes, cárcel de: **36**

vinchucas: **264**

Virginia: **73**

vitamina B12: **307**

vitamina D, fijación de la: **292**

Wakefield, Gilbert: **102**-**104**, **107**-**108**

Wales, William: **116**

Walesby: **121**, **122**

Wallace, Alfred Russell: *passim*; Annie, **275**; Robert, **117**

Warrington: **102**, **107**-**108**

Watt, James: **183**

Wedgwood, Elizabeth: **225**; Emma, **225**, **227**, **229**; John, **228**; Josiah, **132**, **139**, **187**, **188**, **227**; Susannah, **183**

Westminster, abadía de: **59**, **83**, **287**, **331**
Whewell, William: **77**
whigs: **107**, **134**
Whiston, William: **76**
Whitwell, Elwin: **265**
Wickham, John: **144**, **153**, **165**
Wilberforce, Samuel: **267**
Wollaston (medalla): **83**
Wortley Montagu, Mary: **110**
Wotton: **96**-**97**, **100**, **101**, **105**, **119**
wranglers: **105**
Wright, Sewall: **324**-**325**
Yare, río: **65**
Yarmouth: **63**-**65**
Yarrell, librería: **220**
Yucatán, península de: **298**
Zoonomía: **186**

ÍNDICE

Las musas de Darwin 3
Sumario 5
Prefacio a la quinta edición 11
Prefacio a la primera edición 15
Agradecimientos 19
Primera parte. Las musas 21
I. Antecedentes 22
II. La del olor a estiércol 48
III. La de los «Principios» 58
IV. La del labio leporino 95
V. La del misterio de los misterios 140
Segunda parte. La evolución de las ideas sobre la evolución 191
VI. El origen de «El origen» 192
VII. Una ilimitada variación 201
VIII. La historia de las rocas 215
IX. Tres emes: Malthus, Mozart y matrimonio 237
X. La solución al misterio de los misterios 254
XI. En el cruce de caminos 268
XII. Los acordes finales 298
XIII. En síntesis 321
Glosario 381
Sobre el autor 389

Créditos de las figuras 391
Índice analítico 396